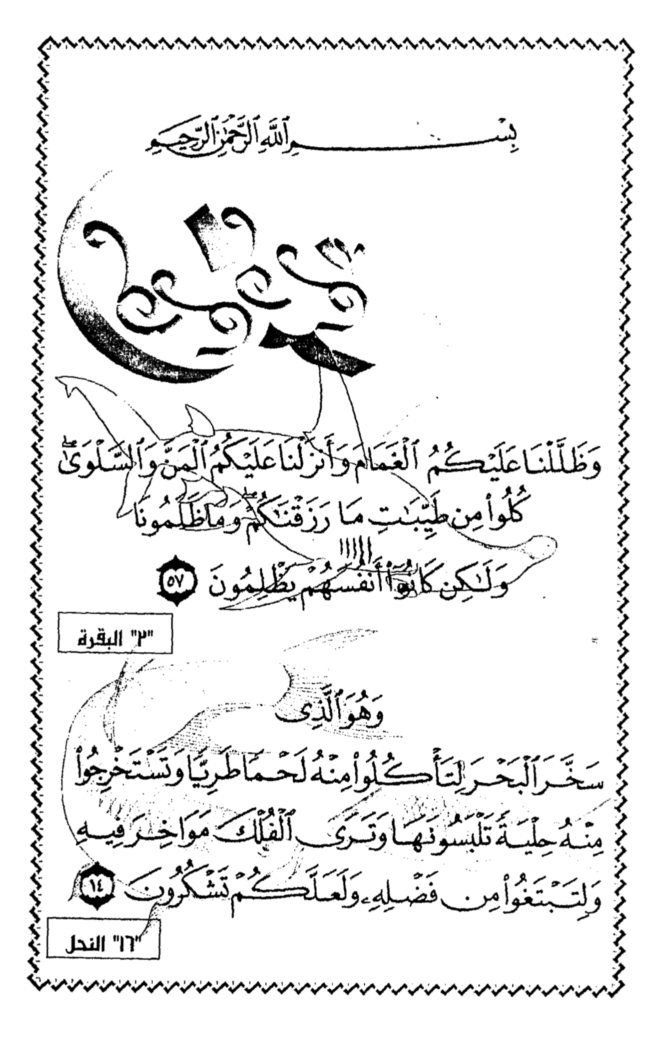
موسوعة علم وتقنية الغذاء

Encyclopaedia of Food Science and Technology

المحرر
دكتور / حسين عثمان



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

وَظَلَّلْنَا عَلَيْكُمُ الْغَمَامَ وَأَنزَلْنَا عَلَيْكُمُ الْمَنَّ وَالسَّلْوَىٰ
كُلُوا مِن طَيِّبَاتِ مَا رَزَقْنَاكُمْ وَمَا ظَلَمُونَا
وَلَٰكِن كَانُوا أَنفُسَهُمْ يَظْلِمُونَ ﴿٥٧﴾

"٢" البقرة

وَهُوَ الَّذِي
سَخَّرَ الْبَحْرَ لِتَأْكُلُوا مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُوا
مِنْهُ حِلْيَةً تَلْبَسُونَهَا وَتَرَى الْفُلْكَ مَوَاخِرَ فِيهِ
وَلِتَبْتَغُوا مِن فَضْلِهِ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ ﴿١٤﴾

"١٦" النحل

سابوط/شبوط/مبروك carp

الإسم العلمى *Cyprinus carpio*

الفصيلة/العائلة Cyprinidae

ويصل فى الطول إلى متر وتوزيعه كبير وهو عليه قشور ولكن بالتربية حصل على سابوط المرآة mirror carp وله قشور كبيرة فى صفوف قليلة. وسابوط الجلد leather carp وليس له قشور. والفم كبير مع ٤ شعيرات barbells وزعنفته الظهرية طويلة.

ويعيش أحسن مايمكن فى البحيرات وفى الأنهار ويفضل الأماكن الدافئة ويقاوم قلة الأكسجين.

ويتوالد فى الصيف على درجات حرارة ٢٣-٢٤°م ويترك بيضه على الخضرة فى مياه ضحلة والبيض الصغير المصفر يفقس فى ٥-٨ أيام على ٢٣-٢٤°م وهو يعيش طويلاً وقد يصل إلى ٢٠ سنة وفى الأسر من ٤٠ – ٥٠ سنة.

وهو غذاء جيد قيم ونموه السريع وحجمه الكبير وإستعداده لتحمل درجات حرارة مرتفعة يجعله يصلح للزراعة. (Wheeler)

ويجب إزالة الخياشيم لأنها تعطى طعماً طينياً والبطارخ طعمها جيد وتطبخ وحدها. (Stobart)

الأسماء: بالفرنسية carpe، وبالألمانية Karpfen، وبالإيطالية carpa، وبالأسبانية carpa.

(Stobart)

ساجو sago palms

ساجو مصدر هام للنشا

رتبة Order: Spadicifloreae

الفصيلة/العائلة: النخيلية Family: Palmae

تحت عائلة Subfamily: Lepidocaryoid

الجنس Genus: *Metroxylan*

من اليونانية: metra = heart = قلب

xylon = xylem or wood = خشب

غير شوكى *M. sagu* Rottb. (spineless)

شوكى *M. rumphii* Mart. (spiny)

بعض أوصاف

ينمو طبيعياً فى جزر جنوب الباسيفيك فيمتد من ميلانيزيا Melanesia إلى أندونيسيا غرباً وفى ماليزيا Malaysia وفى الفلبين Mindanao (ميندانـاو) فهو ينمو فى المستنقعات الإستوائية الرطبة الساخنة عند مستوى سطح البحر إلى إرتفاع ١٠٠٠ متر وأحسن إنتاج على إرتفاع ٤٠٠ متر فيما بين خطوط الطول ٩٠° – ١٨٠° شرق وخطوط العرض ١٠° شمال و ١٠° جنوب. ونسبة الرطوبة يجب أن تكون مابين ٧٢ – ٩٧٪ وأمثل درجة حرارة ٢٥– ٣٠°م ولاينمو على أقل من ١٥°م. وأحسن مطر ٢٠٠٠ – ٤٠٠٠ مم موزع بالتساوى على مدار السنة وأحسن نمو على التربة الطفلية.

والنبات دائم وحيد الأزهار single flowering وينتج عليه سكر sucker (جذير) الذى يبتدىء فى السنة الأولى.

والنبات الكامل يتكون من ٨ – ٢٣ ورقة سرخسية frond كل متكونة من ورقة غلاف/غمد leaf sheath وعنق ورقة petiole و٥٠ زوج من وريقات ٧٠ – ١٨٠سم فى الطول و ٥ – ٩سم فى العرض وتقع الأوراق السرخسية تاركة آثاراً على الجذع.

وفي سن ٩ - ١٤ سنة يصل نخيل الساجو إلى البلوغ ويزهر. والعنقود الزهري panicle يتكون من محور أولي ينقسم إلى ثانوي وثالثي. والثالثي يحمل أزهاراً صغيرة في أزواج ذكر وخنثي hermaphrodite. وعموماً نخيل الساجو تلقيحه خلطي cross-pollinator إجبارياً. وعدد الكروموزومات ٢٦. وتنضج الفواكه في ٢-٣ سنين مما يستنفذ إحتياطي الكربوايدرات في الساق والتي تصبح خشنة وليفية. ويبلغ عدد الثمار المتكونة ٢٥٠٠ ثمرة والثمار كروية globose تغطي بـ ٩ - ١٠ صفوف من قشور حلزونية spiral scales حوالي ٥ سم في القطر مع قمة apex مسطحة وخضراء وهي غير ناضجة وفي لون القش عندما تنضج.

والقطاع العرضي في اللب pith/النخاع يظهر الأوعية الخشبية منتشرة بغير إنتظام وأكبرها ١,٤مم والنسيج المحيط المكون للنخاع/اللب هو خلايا مملوءة بحبيبات النشا حجمها حوالي ٢٠ - ٦٠ ميكرومتر. والمسافات مابين الخلايا ٢٠٠ ميكرومتر. وقاعدة الجذع هي أكثر ليفية وخشبية. ولحاء الجذع cortex or bark عبارة عن طبقة محددة ٢ - ٣ سم في الثخانة ولاتحتوي على نشا وهي صلبة وخشبية.

الإستخلاص

من المهم في إستخلاص دقيق الساجو/دقيق النخيل أن يتم ذلك في أقصر وقت حتى لايحدث أي تخمر ويتحول النشا إلى سكر ذائب ويفقد.

التحطيم/الإنحلال disintegration

إن أول طور في إستخلاص النشا هو فصل اللحاء عن النخاع pith وهذا يحدث يدوياً بإستخلاص اللحاء stripping بواسطة فأس axe أو التقشير paring. والكتلة المزالة اللحاء تقطع إلى قطع يمكن التعامل معها (بالبشر rasping) الذي يمكن أن يجري بإستعمال أدوات مختلفة. والنخاع المبشور ويسمى ريبو "repos" له قوام حبيبي مثل نشارة الخشب الخشنة ويتوقف محصول النشا على البشر. والحديد يضر جودة النشا فيجب تجنبه.

الإستخلاص extraction

هنا يفصل النشا عن السيليولوز وتقليدياً فإن الريبو repos توضع في حصيرة ومع إضافة كميات غزيرة من الماء، والنساء يحركن أقدامهن في الريبو repos لإستخلاص النشا ولكن يستخدم الآن مصفاة تدور وهناك تصميمات مختلفة لهذه المصفاة. وعموماً فيمر تقن slurry النشا في سلسلة من المستخلصات ذات مناخل تزداد دقة fineness فيترك التقن المستخلص الأول وله فتحات ١٢٥ ميكرومتر في القطر ليضخ إلى مستخلص آخر مجهز بخروم ٨٠ ميكرومتر من الصلب غير القابل للصدأ ويرش عليه ماء غسيل في إتجاه عكسي لإنسياب اللب . واللب والألياف الدقيقة تتجه إلى التخزين "كمهدور" مبتل بينما لبن النشا يخزن كلبن خام في تنك وقد يمرر في مخروط يعمل على إزالة الرمل والقذارة.

تكرير النشا starch refining

فى الطريقة التقليدية يركز تقن النشا فى سلسلة من تنكات التثفيل/الترسيب ولكن هذه الطريقة قد تحتاج إلى ٤ - ٢٤ ساعة بما يسمح بالتلوث والتخمر حيث يتصل النشا بماء الفاكهة وهو أغنى فى المغذيات فالكائنات الحية الدقيقة تنمو مما ينتج عنه تخمر. وفى طريقة تقليدية محسنة تستخدم مناضد الترسيب/التثفيل لتقليل الوقت وهذه المناضد عبارة عن حوض خشب مسطح حوالى ٢,٥ - ٥ متر فى العرض، ١٥ - ٣٠ متر فى الطول. وقد يكون أفقياً أو مائلاً قليلاً من النهاية التى يدخل منها النشا. فينساب السائل بطريقة منتظمة والجسيمات الأكبر من النشا تنفصل أصلاً بحيث يدرج النشا فى طول المنضدة. وبترسب النشا فإنه يتراكم مما يزيد من الميل ولذا يجب إزالته عندما تصل الطبقة إلى ١٥ - ٢٠سم فى السماكة وهذا يحدث إما بالجرف shoveling أو بالغسيل بخرطوم.

أما فى الطريقة الحديثة فيستخدم طارد مركزى سريع فتقن النشا وله تركيز يبلغ ٣° بوميه (٥٤كجم نشا جاف/م^{3}) يضخ خلال مصفاه أمان وحلزون رملى sand cyclone. ويخرج الوحل على فترات من المصفاة والحلزون ويمر خلال فاصلين بالتتابع للحصول على نشا ذى جودة عالية. وبتركيز النشا المكرر هو ٢٠ - ٢٢° بوميه.

إزالة الماء من النشا وتجفيفه
starch dewatering & drying

يحدث إزالة ماء مبدئى لتقليل محتوى الرطوبة إلى ٣٥ - ٤٠٪ وهذا يحدث إما بالطرد المركزى أو بالترشيح بالفراغ. والتجفيف إما يحدث شمسياً فيأخذ وقتاً أو بمجففات وميضية flash driers بإستخدام الهواء الساخن. ويجفف النشا إلى محتوى رطوبى ١٠ - ١٣٪.

القيمة الغذائية لدقيق الساجو

نشا الساجو حبيبات بيضية الشكل ويتراوح حجمها مابين ٢٠ - ٦٠ ميكرومتر وهو متبلر إلى حد ما. وهو إذا قورن بنشا الدرنات الأخرى فله درجة حرارة عجين أعلا higher pasting temperature (٧٢-٩٠°م) ونسبة أعلا من الأميلوز للأميلوبكتين (٢٧ : ٧٣) ودرجة إنتفاخ أعلا بكثير swelling power (٩٧٪) وهو يحتوى ١٢ - ١٥٪ رطوبة، ٠,١ - ١٪ بروتين ، ٠,١ - ٠,٣٪ دهن، ٠,١ - ٠,٥٪ أليساف ، ٠,١ - ٠,٨٪ رماد ، ٨٧,٧٪ كربوايدرات.

إستخدام نشا الساجو

يستخدم فى أغراض غذائية وصناعية ففى الملايو يستخدم فى عمل أطباق تقليدية وينتج الجلوكوز بالتكسير بالإنزيمات وشرابه يستخدم فى الحلويات والمشروبات ومنتجات الخبيز والعقبة. والكرامل يستخدم كمواد تنكيه وتلوين وجلوتامات أحادى الصوديوم تنتج بإستخدام نشا الساجو لتنمية الكائنات الدقيقة. ويستخدم فى تغذية الحيوان كما يعمل منه ملصقات ومواد تقشيع glazing وينتج منه غراء. كما يمكن أكل الثمرة. ويستخدم النخاع كعلف للحيوان.

(Macrae)

ساكى sake

يحتاج الساكى إلى شتاء بارد وأرز جيد وماء جيد.

❖ طريقة الصناعة

• الماء: إن الماء الأمثل للساكى عديم اللون وعديم الطعم وعديم الرائحة. والمعادن فى الماء تقسم إلى مؤثر وغير مرغوب. فالبوتاسيوم والمغنيسيوم والفوسفات تشجع نمو الخميرة والتخمر الكحولى أما الكالسيوم والكلوريد فهى تشجع تمليز elution بعض الإنزيمات من أرز الكوجى rice koji. أما المكونات غير المرغوبة مثل الحديد والمنجنيز والنحاس فالحديد يتفاعل مع الديفيريفريكروم deferriferrichrome عديد الببتيد الحلقى والذى ينتجه فطر الكوجى ليكون لوناً بنياً محمراً وأقصى حد مسموح به للحديد هو ٠,٠٢ جزء فى المليون.

• الأرز : الأرز يميل إلى أن يكون له حبوب كبيرة. والطبقات الخارجية للأرز البنى تحتوى كميات كبيرة من المواد غير العضوية والفيتامينات والدهن والبروتينات وهذه غير مرغوبة فيلمع الأرز البنى لإزالتها. وتعرف نسبة التلميع بأنها النسبة المئوية بالوزن من الأرز الأبيض المتحصل عليه من الأرز البنى ويستخدم الأرز النظيف بمعدل/نسبة تلميع ٦٠ – ٧٠٪ ولكن أرز بمعدل ٣٥ – ٥٠٪ يستخدم فى إستخلاص ساكى ممتاز (جنجو-شو ginjo-shu) فى المنافسات.

والأرز الملمع يغسل ميكانيكياً لإزالة الردة ثم ينقع فى ماء لعدة ساعات ليمتص ٢٨ – ٣٠٪ ماء. ثم يصفى الماء الزائد لمدة ٤ – ٨ ساعات قبل معاملته بالبخار حيث يوضع فى تنك يسمى كوشيكى koshiki له فتحة فى القاع تسمح بدخول البخار ويوضع الكوشيكى على قمة وعاء مملوء بماء يغلى. ويعامل الأرز بالبخار لمدة ساعة تحت الضغط الجوى العادى فتزيد نسبة الرطوبة فى جسيمات النشا داخل الحبيبة بحوالى ١٠٪.

كوجى koji: يستخدم ٢٠٪ من الأرز الكلى فى تحضير الكوجى والباقى يستخدم فى تصنيع الساكى (الجدول ١). والأرز المعامل بالبخار يبرد إلى ٣٦°م وينقل إلى غرفة عمل الكوجى (كوجى-مورو koji-muro) حيث يمكن ضبط درجة الحرارة ونسبة الرطوبة.

الجدول (١): المواد الخام فى عمل الساكى.

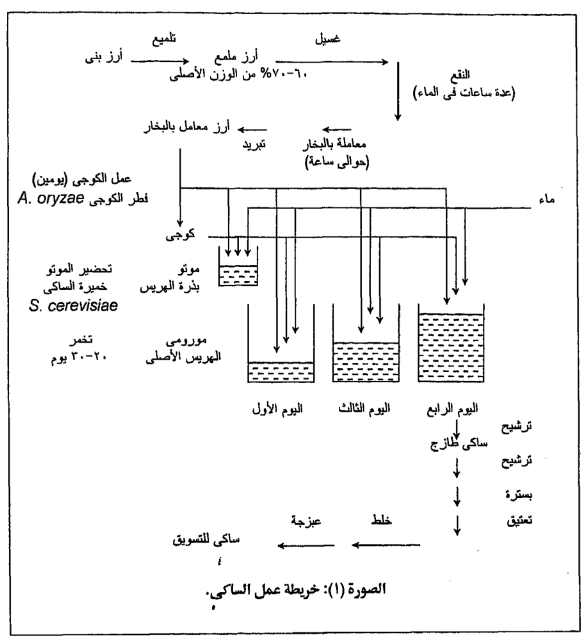
الإضافة	كمية الأرز (كجم) لـ		ماء (لتر)	درجة حرارة الهريس (°م)
	المعاملة بالبخار	كوجى		
موتو	١٤٠	٧٠	٢٣٠	٢٠
سو soe (أول)	٣٢٠	١٣٠	٤٤٠	١٥
ناكا naka (ثان)	٧٠٠	٢٠٠	١٠٥٠	٩
توم tome (ثالث)	١١٤٠	٣٠٠	٢٠٠٠	٧
المجموع	٢٥٠٠	٧٠٠	٤٠٠٠	

تـان-كوجـــى tane-koji: (جراثيـــم مـــن *Aspergillus oryzae*) تنشر علـى سـطح الأرز الذى يحتوى ٣٥٪ رطوبـة ومعـدل التلقيـح ١ جـم لكل كيلـو جـرام مـن الأرز الخـام علـى ٣٠°م ثـم تخلط جيداً وتغطى بالقماش. وبعد ١٠ - ١٢ ساعة يخلط الأرز مرة أخرى ويكوم على منضدة. وبعـد نمو بوغ الفطر على الحبوب لمدة حـوالى ٢٠ ساعة فإن نقاطاً صغيرة بيضاء تظهر وترتفع درجـة حـرارة الأرز المكوم. وفـى هـذا الطـور فإن الكوجـى ينقل إلى عـدد مـن الصوانـى الخشـبية الضحلـة (كوجـى koji-buta) والتـى تـرص علـى أرفـف وتغطـى بقماش. وفطر الكوجى يبتدىء فـى النمـو السريع والشديد وترتفع درجـة حـرارة كوجـى الأرز فيقلب مرتين كل أربع ساعات حتى لاترتفع درجة الحرارة جداً (٤٠ - ٤٢°م). وبعـد ٤٠ - ٤٥ ساعة مـن نشـر الجراثيم فإن أرز الكوجى فـى الصوانـى يخرج من الكوجـى مـورو الدافئـة حتـى أن درجـــة حرارتــه المنخفضة الخارجيـة (حـوالى ٥°م) توقـف النمـو. والأرز الكوجـى النـاتج أبيض ولـه رائحـة أبـو فـروة المحمـص. ولـون الكوجـى أبيـض ويلاحـظ النمـو علـى سطح الحبـة وفـى المركـز وهـذا مرغـوب فيـه لإطـــــلاق الـ α-أميـلاز والجلوكـو-أميـلاز فـى التخمر المتوازى المتعـــدد multiple parallel fermentation.

موتو (بذرة هريس moto (seed mash: حوالى ٧٪ مـن الأرز الكلـى يستخدم فـى تحضيـــر الموتـو وفـى ٢ - ٤ أسابيع تكـون معدة لإستخدامها كبادىء فـى الهريس الأصلـى. الكوجـى يخلـط بالمـاء وأرز معـــامل بالبخــــار وخمــــيرة الســــاكى *Saccharomyces cerevisiae* فــى تنكـات التخمر. وبذرة الهريـس هـذه مزرعـة مـن خلايـا حيـة نقية وصحية مركزة من خلايا الساكى.

مورومـى moromi (الهريـس الأصلـى main mash): فـى اليـوم الأول فـإن مخلوطـاً مـن الأرز المعامل بالبخار والماء والكوجى والموتو توضع فى تنك التخمـر الرئيسـى (١٥°م) وفـى اليـوم الثـالث (٩°م) وفى اليوم الرابع (٧°م)يضاف كميات جديدة من الأرز المعامل بالبخار والماء والكوجى من أجل المحافظـة علـى عـدد خلايـا الخميرة علـى مسـتوى حـوالى ١٠^٨/مـل فـــى الهريــس. وأثنــاء تخمـــر المورومـى والذى تحفظ درجة حرارته علـى حـوالى ١٠ - ١٥°م فـإن النشـا فـى الأرز يسـيل ويتسـكر بواسطة الأميلازات فى الكوجى وهـذا المخلـوط المحول يخمر إلى إيثانول بواسطة خميرة الساكى. وكلا العمليتين التسكر saccharification والتخمر الكحـولى يسيران معـاً وهـذه الطريقـة تسمــــــى التخمر المتوازى المتعـــدد multiple parallel fermentation تسـاهم بحـــوالى ٢٠٪ (حجـــم/ حجم) مـن محتـوى الكحـول وهـذا أعـلا مـن أى مشروب مخمر طبيعى.

ترشيح الهريس filtration of mash: بعد نهاية التخمـر (٢٠ - ٣٠ يـوم) فـإن الهريـس يرشـح فــى مكبس لفصل الساكى من المـواد الصلبة والمتبقى يعرف بكعكة الساكى.



الصورة (١): خريطة عمل الساكى.

البسترة والتخزين: الساكى المتحصل عليه يحتوى خلايا خميرة ومواد عكرة مثل الألياف والنشا والبروتين فيترك ليترسب لمدة ٥ - ١٠ أيام والمترشح يرشح مع كربون منشط (٢٠٠-٥٠٠جم لكل ١٠٠٠ لتر) وألياف قطن وسيلايت celite. وبعد الخلط فإن الساكى الطازج يسخن إلى ٦٠ - ٦٥°م بإمراره خلال مبادل حرارى وهذه البسترة تثبط الإنزيمات (الأميلاز والبروتياز...الخ) وتقتل بكتريا الهيوتشى hiochi bacteria وهى بكتريا ضارة تفسد الساكى أثناء التخزين ثم ينقل مباشرة إلى وعاء مقفل للتخزين. وحديثاً فإن السائل الطازج يرشح خلال غشاء ترشيح حجم الفتحة فيه حوالى ٠,٤٥ ميكرومتر بدلاً من البسترة.

❖ الكائنات الدقيقة microbiology

• عمل الكوجي koji making : تاني-كوجي (جراثيم Aspergillus oryzae) وجد أن لها الخواص الهامة الآتية :

١- نمو سريع على وداخل الحبة في الأرز المعامل بالبخار.

٢- إنتاج كميات من α-أميلاز وجلوكو-إميلاز وقليل من الكربوكسي ببتيداز carboxypeptidase وأقل من التيروسيناز.

٣- إنتاج قليل من المواد الملونة مثل الديفيريفيريكروم deferriferrichrome والفلافينات ...الخ.

• تخمر الساكي sake fermentation: جمعية صناعة الساكي اليابانية Brewing Society of Japan توفر سلالات خميرة الساكي S. cerevisiae وتسمى كيوكاي kyokai أرقام ٦، ٧، ٩، ١٠....الخ. وتستخدم أرقام ٦ ، ٧ في عمل الساكي العادي و ٩، ١٠ في عمل الجنجو-شو gingo-shu حيث لها خاصية تكوين عبير قوي. والخواص المطلوبة: نشاط تخمر عال على درجة حرارة منخفضة (٥ – ١٥°م) ومقاومة محتويات كحول عالية (حوالي ٢٠٪).

• موتو (بذرة الهريس) moto (seed mash): تقسم الموتو إلى قسمين أحدهما سوكوجو-موتو sukujo-moto وهي لاتأخذ وقتاً طويلاً (حوالي أسبوعين) قبل إمكان إستخدامها في التخمر الرئيسي والآخر هو الموتو التقليدي (كاي-موتو ki-moto وياما هاي-موتو yamahai-moto) وفيها تساهم كثير من البكتريا مثل البكتريا المختزلة للنترات (Pseudomonas spp.) وبكتريا حمض اللاكتيك (Leuconostoc mesenteroides ، Lactobacillus sake) وهذه الأخيرة تلعب دوراً هاماً في التحميض الأساسي للموتو والذي هو ضروري للمزرعة النقية لخميرة الساكي. ولما كان إنتاج حمض اللاكتيك يأخذ حوالي أسبوعين بواسطة هذه البكتريا فإن إنتاج الموتو التقليدي يأخذ أطول (حوالي ٤ أسابيع). ولتقصير الوقت فإنه في عمل سوكوجو-موتو sukujo-moto فإنه يضاف حمض لاكتيك. والتحميض بواسطة حمض اللاكتيك هو أحد الطرق الهامة لضمان إضافة مزرعة نقية من خميرة الساكي المضافة بالرغم من أن التخمر مفتوح open fermentation. والطريقة الأخرى هي عملية "التخمر" brewing والتي تشتمل على خطوة خطوة للزيادة step by step scale up (الجدول ١).

• كائنات دقيقة أخرى: الكائنات الدقيقة الضارة للساكي هي بكتريا حمض اللاكتيك L. leichmannii ، Leuconostoc casei والخميرة البرية التي تفسد هريس المورومي بنموها بدلاً من خميرة الساكي الملقحة. والساكي في النهاية يحتوي على ٢٠٪ كحول بحيث أن البكتريا الهيوتشي Lactobacillus heterohiochii ، Lac. homohiochii يمكنها أن تنمو فيه. والساكي في تنكات التخزين والزجاجات الذي يفسد بتغيرات البكتريا يصبح عكراً وحمضياً وله نكهة غير مرغوبة ولذا تجرى البسترة.

المكونات components

الساكى يحتوى ١٦٪ كحول، ٣٠٪ سكر (جلوكوز) و١,٤ حموضة تنقيط (حجم بالمليمتر من ٠,١ ع أيدروكسيد صوديوم الذى يعادل ١٠ مل ساكى) وحموضة أمينو ١,٥ (الحجم بالمليلتر لـ ٠,١ أيدروكسيد صوديوم الذى ينقط نتروجين الفورمول فى ١٠ مل ساكى). ويوجد غير الجلوكوز مشابه المالتوز – المالتوز غير موجود – وإيثيل جليكوسايد ethylglycoside. والمركبات النتروجينية تتكون من أحماض أمينية أو ببتيدات وهذه المركبات مهمة لطعم خفيف mild. ومن مركبات العبير يوجد استرات وكحولات عالية خاصة مشابه خلات الأمايل isoamyl acetate ٣ – ٥ جزء فى المليون وكبروات الإيثايل ethyl caproate وهى أهم المكونات فى جنجو-شو gingu-shu والذى له نكهة فاكهة. والجداول (٢، ٣) تعطى الأحماض العضوية فى جونماى-شو junmai-shu والأحماض الأمينية فيه بالتتابع.

جدول (٢): الأحماض العضوية فى جونماى-شو.

الحمض	مجم/لتر	٪
حمض لاكتيك	٤٧٥,٠	٢٩,٢
حمض خليك	٤٠,٨	٢,٥
حمض بيرونيك	١٧,٤	١,١
حمض ماليك	٣١٥,٣	١٩,٤
حمض سيتريك	٧٨,٠	٤,٨
حمض سكسينيك	٦٩٨,٨	٤٣,٠
المجموع	١٦٢٥,٣	١٠٠

جدول (٣): الأحماض الأمينية فى جونماى-شو.

الحمض الأمينى	مجم/لتر	٪
حمض اسبارتيك	٩٩,٨	٣,١
ثريونين	٢٤٣,٥	٧,٥
سيرين	١٣٧,١	٤,٢
حمض جلوتاميك	٢٨١,٦	٨,٦
جليسين	١٧٩,٠	٥,٥
الانين	٢٩١,٨	٨,٩
سيستئين	٧٣,٤	٢,٣
فالين	١٧٧,٧	٥,٤
ميثيونين	٥٩,٤	١,٨
أيزولوسين	١١٢,٧	٣,٥
لوسين	٢٤٠,٨	٧,٤
تيروسين	١٩٨,٦	٦,١
فينيل الانين	١٥٠,٨	٤,٦
أورنيثين	٣٧,٧	١,٢
ليسين	١٤٧,٦	٤,٥
هستيدين	٨٤,٥	٢,٦
تربتوفان	١٤,٢	٠,٤
أرجنين	٤٠٧,٩	١٢,٥
برولين	١٩١,٧	٥,٩
γ أمينو حمض البيوتريك	٣٦,١	١,١
ايثانولامين	٦٦,٣	٢,٠
أمونيا	٢٨,٥	٠,٩
المجموع	٣٢٦١,٠	١٠٠

(Macrae)

سالمونيلا Salmonella

السالمونيلا جنس في العائلة Enterobacteriaceae والكائنات بكتيريا قضبان عادة متحركة وقد تنمو في الهواء وفي عدم وجوده والخواص البيوكيماوية توجد في جدول (١).

جدول (١): الخواص العامة للسالمونيلا.

تخمر[١] :			
جلوكوز	+	انتاج يد٢ كب	+
مالتوز	+	ديكاربوكسيلاز المالتوز	+
مانيتول	+	ديكاربوكسيلاز الاورنيثين	+
سوربيتول	+	دى أميناز الفينيل الانين	–
سكروز	–	حلمأة اليوريا	–
ساليسين	–	تفاعل أحمر الميثيل	+
ادونيتول	–	تفاعل فوجس-بروسكاور Voges-Proskauer reaction	–
إنتاج :			
الندول	–	استخدام السترات	+

أ = التفاعلات الموجبة عادة تنتج حمضاً وغازاً.

والسالمونيلا ممرضة للإنسان والحيوان مسببة عدوى معوية enteric و/أو عدوى عامة تختلف في شدتها. وقد تم التعرف على ٢٢٠٠ نمط مصلى serotype وبعضها يعرف في عائل مبين وكثيراً مايختص به. فمثلاً S. typhi في الإنسان، S. dublin في الماشية، S. cholerae-suis في الخنازير ولكن الأغلبية غير متخصصة بالنسبة للعائل ومنها المتعلقة بتسمم الغذاء في الإنسان فهذه الأنماط المصلية منتشرة.

وتقليدياً الأنماط المصلية للسالمونيلا تسمى وكأنها أنواع منفصلة ولكن نظراً لتشابهها الوراثي فإن نوعاً واحداً *S. enterica* اقترح مع أنماط مصلية لتسمم الغذاء فقسم داخل تحت نوع أيضاً سمى enterica انتريكا. وعلى ذلك فالنمط المصلى المعروف بـ *S. typhirium* يصبح *S. enterica* .subsp. *enterica* serotype *typhimurium* ولكن هذه التسمية بالرغم من كونها مناسبة علمياً إلا أنها لم يتم الإعتراف بها ولذا فلن تستخدم هنا.

الوجود والنقل occurrence & transmission

السالمونيلا أساساً طفيليات معوية للحيوانات الفقرية وفيها العدوى أساساً لا عرضية asymptomatic وتبقى في القناة الغذائية. والحيوانات البرية والمستأنسة تلعب دوراً هاماً في نقل السالمونيلا وهناك دوائر للعدوى تشمل الإنسان والحيوان وغذاءهما والبيئة العامة. والإنسان قد يعمل على هيئة حامل سلبى لما يلبسه على قدميه والملابس أو حوامل معوية ناقلاً الكائنات خلال المجارى. وفي ظروف خاصة كما في بعض المستشفيات ماتكون العدوى من شخص إلى آخر.

وفي الحيوانات المستأنسة الدواجن والخنازير والماشية تحمل العدوى وخاصة الدواجن. وتحت هذه الظروف فإن السالمونيلا يمكن إنتقالها : ١- الانتقال من الأم إلى أبنائها بالتلوث في المفقس. ٢- من علف ملوث. ٣- مصادر بيئية مثل الحيوانات الصغيرة الناقلة.

وعلف الحيوان هو مصدر جيد للتلوث وكثيراً مايعامل حرارياً لذلك.

وغير الحيوانات المستأنسة التى يمكن أن تنقل السالمونيلا الطيور والقوارض والحشرات

والحيوانات الأليفة. والنورس gull هى مصدر التلوث.

وتوجد السالمونيلا فى المجارى والمياه الملوثة والتربة حيث يمكنها البقاء لأسابيع أو أشهر أو حتى سنين.

طريقة وصولها للأغذية

عادة تلوث الأغذية بالسالمونيلا يأتى مباشرة أو بطريقة غير مباشرة من عدوى من الحيوانات المستأنسة (دواجن، مواشى، دواب) ويمكن لأى غذاء أن يصبح ملوثاً بما فيها الفواكه والخضر ولكن عادة الدواجن والبيض واللحوم الحمراء واللبن والكريمة وأغذية البحر وبعض أنواع العقبة وبعض منتجات الخبيز.

ولحم الدواجن يظهر تلوثاً بالسالمونيلا و٥٠٪ من الذبائح تحتوى سالمونيلا بأعداد قليلة. والأطوار فى المعاملة التى قد تؤدى للتلوث هى السمط وإزالة الريش والأمعاء. ولتجنب هدم الجلد أثناء إزالة الريش فإن الطيور التى ستباع مبردة تسمط بغمسها فى ماء على درجات حرارة منخفضة ٤٩ – ٥٠ ^{o}م وهذا كاف لتفكيك الريش ولكنه يؤدى إلى تجمع الكائنات الدقيقة فى تنك السمط. ولكن إزالة الريش تخلق معلقاً رذاذياً aerosol الذى ينشر الكائنات الدقيقة بل يكون ظروفاً لتلوث الأجهزة وتلوث الذبائح. وإزالة الأمعاء الآلية تعمل على كسر الأمعاء ونشر بكتيريا البراز. والغسيل وتبريد الذبائح مزالة الأمعاء ضرورى لتقليل مستويات التلوث عامة ولكنها لاتفعل شيئاً لتقليل أعداد الطير التى تحمل السالمونيلا.

وفى الثمانينات من القرن العشرين فإن البيض كان مصدراً للتلوث فالكائن أمكنه الإغارة على تيار الدم مسبباً عدوى فى المبايض وقنواتها مع تلويث البيض. وكذلك فإن نفاذية التلوث من قشرة البيض يمكن أن يحدث وهذا مصدر مهم فى البيض المكسر. وعادة التلوث يوجد فى الألبيومين ولاتنمو إذا ماكانت البيضة طازجة ودفاعها الطبيعى سليم وإن كان التسمم الغذائى قد نتج عن منتجات تحتوى بيضاً مثل المايونيز.

واللحم الأحمر مصدر أقل أهمية عن الدواجن فى السالمونيلا وفى الخنازير فإن الضغوط التى يتعرض لها الحيوان قبل الذبح قد تزيد التلوث بالسالمونيلا من ١٪ إلى ٥٠٪.

وإزالة الجلد والأمعاء فى الحيوانات يقلل من التلوث. والماشية إذا كانت السالمونيلا فى البراز فإن الضرع أو الجلد قد يصبح ملوثاً وسرعان مايظهر فى اللبن. وتلوث اللبن ظاهرة عامة حيث لايغلى ولايبستر ويحدث إلى حد أقل فى البلاد المتقدمة حيث اللبن يبستر وحيث توجد مساحيق الألبان وأنواع معينة من الجبن.

كما أن الأغذية البحرية قد تكون مصدراً للتلوث لأنها تأتى من مياه يصل إليها مهدور الإنسان والحيوان والأنواع المعرضة على المحار وبلح البحر والبطلينوس.

وفى حالة الخضروات فإن خضروات السلطة التى لاتطبخ قبل الإستهلاك تكون عرضة والأغذية التى تحتوى على الكسترد وما شابهها والتى تحتوى لبناً وبيضاً والتى تؤكل باردة هى عرضة هى الأخرى للتلوث.

العوامل المؤثرة على النمو فى الأغذية

إن مدى النمو للسالمونيلا هى درجات حرارة ٥ – ٤٧°م وأحسن نمو يحدث مابين ٣٥ – ٣٧°م والكائن يستطيع إستعمال المركبات الكربونية البسيطة للطاقة كما يمكنه إستخدام مدى متسع من المركبات النتروجينية. والنمو كما هو بالنسبة للكائنات الأخرى يتأثر بعدة عوامل: درجة الحرارة ورقم جيد وتركيز الملح والتى قد تعمل فى إرتباط لإنتاج ظروف تثبيط للكائن تكون مؤثرة أكثر من كل عامل على حدة فتنمو السالمونيلا على جيد ٤,٠ – ٩,٠ مع مدى أمثل من ٦,٥ – ٧,٥ وهذا يعتمد على الحمض ولكنها عادة تموت تحت رقم جيد ٤,٠ (الجدول ٢).

الجدول (٢): أقل رقم جيد لنمو السالمونيلا فى وسط زيتون – مستخلص خميرة – جلوكوز يحتوى أحماضاً مختلفة:
الأيدروكلوريك ٤,٠٥ والستريك ٤,٠٥ والطرطريك ٤,١ ، واللاكتيك ٤,٤٠، والسكسنيك ٤,٦ والخليك ٥,٤٠ والبروبيونيك ٥,٥.
والملقح كان يحتوى على ١٠^٤/مل من : *S. anatum* أو *S. senftenberg* أو *S. tennessee*

والسالمونيلا لاتتحمل الملح كثيراً وإن كانت تستطيع النمو فى ٤٪ ص كل وحوالى ٣٥٠ جزء فى المليون نتريت صوديوم وأقل نشاط ماء (ن م) يسمح بالنمو هو ٠,٩٣ وبالرغم من إستطاعتها النمو فى غياب الهواء فإنها تثبط فى جهد أكسدة-إختزال (جعى Eh) تحت ٣٠ مللىفولت 30 mV.

مآل السالمونيلا فى معاملة الأغذية

فى ن م عال فإنها تهدم بسرعة بالبسترة بالحرارة فى درجات حرارة فى منطقة ٧٠°م. وعند ٦٠°م فإن زمن الخفض العشرى (١٪ من اللازم لخفض ١٠ أمثال) لمعظم السلالات يختلف من ٠,٢ إلى ٦,٥ق وبعض سلالات *S senftenberg* هى من ضمن السلالات الأكثر مقاومة للحرارة. وبعض الأنماط المصلية تقاوم الحرارة على جيد ٥,٥ أحسن منها على جيد ٨,٥. بينما مقاومة الحرارة فى *S. enteritidis* على جيد ٧,٠ زادت بالتعريض لـ جيد ٩,٢. وصدمة حرارة عند ٤٢ – ٤٨°م زادت من مقاومة الحرارة تماماً وكذلك الظروف التى تعمل على رفع درجة الحرارة فى الطبخ الطويل أو البطىء للأغذية.

والسالمونيلا حساسة للإشعاعات المؤينة ولخفض عدد الكائنات الدقيقة ١٠^٧ مرة – وهو الغرض من البسترة – فى البيض فإن معاملة بجرعة قدرها ٣,٦ – ٥,٤ كيلو جراى KGy ضرورى وهذا يتوقع منه خفض الملوثات فى الذبيحة إلى حوالى ١٪. وجرعة الخفض العشرى لـ *S. typhimurium* فى مطحون الدجاج حسبت على أنها ٠,٥٠ – ٠,٦٢ كيلو جراى 0.50-0.62 KGy ويتوقف ذلك على نوع التعبئة.

ومعظم السالمونيلا حساسة للتجميد والتخزين التجميدى ووجد أن *S. hadar* أكثر مقاومة للتخزين التجميدى عن غيرها.

داء السالمونيلا فى الإنسان

منذ ١٩٨٥ حدث التسمم من زيادة من نمط مصلى واحد *S. enteritidis* فى عدة بلاد. ويلزم الإنتظار لرؤية ما إذا كان هذا الكائن سيسود ولم هو حادث فى أنحاء مختلفة من العالم. (Macrae)

سباجيتى **spaghetti**

أنظر: عجائن

سبتيلين **subtilin**

أنظر: نيسين

سبحية/ستربتوكوكس ***Streptococcus***

أنظر: أمراض ينقلها الغذاء

سبحيات **mitochondria**

أنظر: خلية

سبيه/سبيط/حبار **squid**

أنظر: أغذية بحرية

ستافيلوكوكس ***Staphylococcus***

التقسيم

فى ١٨٨٠ بَيَّنَ أوجستون Ogston أن كرويات معنقدة cluster forming coccus سببت كثيراً من العدوى المتقيحة purulent وسمى الكائن *Staphylococcus*. وفى ١٨٨٤ عزلها روزنباخ Rosenbach واقترح أن الجنس *Staphylococcus* يحتوى هذه الكائنات. ولاحظ أن هناك صبغات صفراء وبيضاء فأسمى الصفراء *Staphylococcus aureus* والبيضاء *S. albus* ولكن وجد بعد ذلك أن هذه الصبغات تتغير وعلى ذلك فهى ليست أساساً للتقسيم فسميت الـ *S. albus* بإسم *S. aureus* ثم وضعت الـ *Staphylococcus* فى الفصيلة/العائلة Micrococcaceae فى عام ١٩٢٠.

وفى عام ١٩٠٨ إقترح ونزلو وونزلو & Winslow Winslow جنساً آخر *S. epidermis*. وفى ١٩٧٤ أضيف *S. saprophyticus*. والآن يوجد ٢٧ نوعاً مؤسسة على أساس تماثل homology حمض دى أكسى ريبونيوكلييك (دارن DNA) ودراسات المناعة الكيماوية immunochemical والدراسات الكيماوية الحيوية.

والـ Staphylococci هى موجبة لجرام Gram-positive وموجبة للكتاليز catalase-positive وغير متحركة وتنقسم إلى عدة مستويات لتكون عناقيد غير منتظمة. ويحتوى جدار الخلية على حمض التيكويْك teichoic acid. وتحت وحدات الببتيد فى الببتيدوجليكان peptidoglycan تتشابك بواسطة كبارى ببتيدات خماسية تحتوى فقط أو أساساً الجليسين. وهى كائنات غير هوائية إختيارية facultative anaerobic ولكنها تنمو بسرعة وبكثرة تحت ظروف هوائية. ويصلح عدد من المركبات الكربوايدراتية و/أو الأحماض الأمينية كمصادر كربون وطاقة. والـ Staphylococci تُفَرَّق عن أعضاء الجنس *Micrococcus* الهوائى

باستطاعتها النمو وإنتاج حمض من الجلوكور لاهوائيا. بجانب أن الجنسين لهما تركيب جدر خلايا مختلفة وكذلك بروفيل سيتوكروم وأحماض دهنية مختلف كما أن لهما ميناكينون menaquinone وايدروكربونات اليفاتيه مختلفه وبعض الخصائص التي ستخدم في التفرقة مابين أنواع الستافيلوكوكاى توجد في الجدول (١).

جدول (١) خواص أنواع *Staphylococcus*.

الخاصية	*S. aureus*	*S. intermedius*	*S. hyicus*	*S. epidermidis*
الصبغة	+[أ]	–	–	–
كواجيلاز	+	+	±	–
ثرمونيوكلياز	+	+	+	–
هيموليسنات	+	+	–	±
مانيتول[ب]	+	–	–	–
اسيتوين	+	–	–	+
عامل التجمع	+	+	±	–
هيالورونيداز	+	–	+	–
ليسوستافين	حساس جداً	حساس جداً	حساس جداً	حساس نوعاً

أ: + أكثر من ٩٠٪ موجب، – أكثر من ٩٠٪ سالب، ± ١١ – ٨٩٪ موجب.

ب– ظروف غير هوائية

و *S. aureus* هي السائدة في التسمم الغذائي ويتسبب المرض عن طريق أخذ الغذاء المتكون فيه الزعاف المعوى. وقد تم التعرف على سبعة أنواع من الزعاف المعوى أ (SEA)، ب (SEB)، ج١ (SEC_1)، ج٢ (SEC_2)، ج٣ (SEC_3)، د (SED) و ئى (SEE) وإثنان من الأنواع الجديدة *S. intermedius*، *S. hyicus* كانت تُعْتَبَر *S. aureus* ولو أنهما يختلفان في بعض الخواص فإنها تستطيع إنتاج كواجيلاز coagulase وثرمونيكلياز (ثر.ا.ز TNase) وهما الخاصيتان المستعملتان أكثر مايمكن للتفرقة بين *S. aureus* عن بقية الستافيلوكوكاى. وكل أنواع الستافيلوكوكاى الأخرى هي سالبة للكواجيلاز والثرمونيوكليياز (ثر.ا.ز TNase) وعلى ذلك فإستخدام الإسم *S. aureus* هنا يشمل *S. intermedius* و *S. hyicus* لأنه أساساً كل المعلومات المقدمة حصل عليها قبل فصل هذين من *S. aureus*. وأحيانا توجد أنواع سالبة

للكواجيلاز وجد أنها تنتج زعافات معوية. ودرجة ارتباط هذه الأنواع بالتسمم الغذائى غير معروف.

البيئة ecology

الستافيلوكوكاى منتشرة وأهم وجود لها فى المنخران والجلد والحلق فى الإنسان والحيوانات ذات الدم الدافىء كما أنها توجد فى الهواء والتربة والماء والمجارى وعلى أسطح النباتات ومنتجاتها واللحم والدواجن وفى منتجات الألبان. وبعض أنواع الستافيلوكوكاى تظهر أفضليات فى العائل فالعائل الأول لـ *S. aureus* هو الإنسان وإن كان يمكن أن يوجد فى عدد من الحيوانات والطيور ويسبب عدداً من العدوى والأمراض. أما *S. epidermidis* فتوجد على سطح جلد الإنسان بينما توجد الـ *S. hyicus* فى المنخرين وجلد الدواجن والخنزير، وتوجد *S. intermedius* فى الكلاب وأيضاً فى الحمام.

وحوالى ٣٠ – ٥٠٪ من الأشخاص الأصحاء حاملون لـ *S. aureus* و ٤٠ – ٥٠٪ من المعزولات تستطيع إنتاج الزعاف المعوى. ونسبة السلالات مابين الأشخاص المصابين بعدوى الاستافيلوكوكاى أعلا منها مابين الأشخاص الأصحاء. وعموماً فوجود الاستافيلوكوكاى المنتجة للزعاف المعوى فى الحيوانات الصحيحة هو بنسبة صغيرة.

وتسبب *S. aureus* عدة أنواع من العدوى والأمراض فى الحيوانات. وتختلف الحيوانات فنسبة عالية ٦٠ – ٨٠٪ من معزولات الستافيلوكوكاى من الخراف والماعز المصابة بإلتهاب الضرع mastitis تنتج الزعاف المعوى فى حين أن أقل من ١٥٪ من البقر المصاب بإلتهاب الضرع mastitis تنتج الزعاف المعوى.

وأساساً كل الأغذية الطازجة خاصة اللحوم الطازجة والدواجن يمكن أن تتلوث بالـ *S. aureus* عن طريق إما الإنسان أو الحيوان أو كليهما. واللبن كثيراً مايحتوى على الستافيلوكوكاى والكائن يمكن عزله من ٣٠ – ٥٠٪ من ذبائح الدواجن. والستافيلوكوكاى المعزولة من الماعز والخراف عادة تنتج ج (SEC) أما المعزولة من البقر فتنتج إما ج (SEC) أو د (SED). والمعزولة من الإنسان تنتج بالدرجة الأولى أ (SEA) وهو الزعاف المعوى المرتبط أكثر بالتسمم الغذائى بالستافيلوكوكاى.

❖ النمو وإنتاج الزعاف المعوى
growth & enterotoxin production

النمو وإنتاج الزعاف المعوى بواسطة *S. aureus* يتأثران بعدد من عوامل البيئة المختلفة والعوامل الغذائية ومنها درجة الحرارة ورقم جـيد ونشاط الماء (نـم) وحجم اللقاح وتكوين/تركيب الجو ومصادر الكربون والنتروجين ومستويات الأملاح والفلورا الدقيقة التى توجد وتنافس الستافيلوكوكاى. وعموماً فإن النمو لازم لإنتاج الزعاف المعوى ولو أن إنتاج الزعاف لايصحب دائماً النمو خاصة فى الأغذية. ومزارع الخلايا غير النامية تجريبياً لوحظ أنها تنتج الزعاف المعوى. وإنتاج ب SEB و ج SEC يتأثر بظروف المزرعة عن إنتاج أ SEA والذى يرتبط بنمو *S. aureus*.

• درجة الحرارة: يمكن لـ *S. aureus* أن تنمو مابين ٧ ، ٤٧,٨°م مع درجة حرارة مثلى ٣٧°م. والزعاف المعوى ينتج عند ١٠ – ٤٦°م مع مدى درجة حرارة أمثل مابين ٣٧ – ٤٥°م . ودرجة الحرارة التى تعضد النمو فى الستافيلوكوكاى فى عدد من الأغذية يتراوح مابين ٦,٧ – ٤٥,٦°م مع عدم حدوث نمو تحت ٥,٦°م. وبودنج الفانيليا الملقح بـ *S. aureus* عضد إنتاج الزعاف المعوى على مدى درجات حرارة من ١٠ – ٤٥°م بينما اللبن المبستر عضد النمو وإنتاج الزعاف المعوى عند ٢٠ – ٣٥°م ولكن ليس عند ١٠°م. ومستويات يمكن تحديدها لـ أ SEA أنتجت فى ١٢ ساعة عندما حضنت على ٣٥°م. وأحتيج إلى مدد تحضين أطول على درجات حرارة أقل لإنتاج الزعاف المعوى. و ب SEB أنتج فى الهام المعالج cured hams والتى حضنت لمدة أسبوعين على ١٠°م.

•رقم جيد pH: إن أمثل رقم جيد للنمو هو مابين ٦ – ٧ ولكن يستطيع النمو على مدى بين أرقام جيد مابين ٤,٠ – ٩,٨. ورقم جيد الذى تنمو عليه السلالة يتوقف على معالم المزرعة مثل الجو، نم وطبيعة الوسط وتركيز الملح. وعموماً فكلما كانت المعالم الأخرى أبعد من مثاليتها كلما ضاق مدى رقم جيد لـ *S. aureus*. فمثلاً أقل رقم جيد نمت عليه *S. aureus* وإنتجت زعافا معويا فى مزرعة هوائية كان جيد ٤ بينما كان أقل جيد عضد النمو وإنتاج الزعاف المعوى فى ظروف غير هوائية كان ٤,٦ ، ٥,٣ بالتتابع.

وإنتاج الزعاف المعوى يمكن أن يتم فى مدى جيد ٤,٠ – ٩,٠ والأمثل مابين ٦,٥ – ٧,٥ وإنتاج نمو الستافيلوكوكاى يتوقف على جيد ومعالم المزرعة الأخرى.

والحمض المستخدم فى تعديل أرقام جيد له تأثيره فاللبن ٠,١٪ حمض بحمض الكلورودريك نتجت أ SEA على جيد ٤,٥ ، ٥,٠ ، ٦,٠ ، ٦,٤ ولكن عندما أستخدم حمض اللاكتيك فى تعديل أرقام جيد فإن النمو وإنتاج الزعاف المعوى تم على جيد الأعلا ولكن ليس على جيد ٤,٥. والأغذية التى لها جيد أقل من ٥,٠ أ وأعلا من ٩,٠ لاتعضد إنتاج الزعاف المعوى.

• نشاط الماء water activity: يمكن أن تنمو *S. aureus* على مدى متسع من نشاط الماء (نم a_w) أكثر من بقية الممرضات المتصلة بالأغذية. وأحيانا يحدث النمو على نم ٠,٨٦ والأمثل <٠,٩٩ وأقل نم للنمو اللاهوائى هو ٥,٩٠ وأقل نم لإنتاج الزعاف المعوى هو ٠,٨٦ والأمثل هو <٠,٩٩ ومثبت الرطوبة humectant المستخدم فى تعديل نم له تأثيره فعندما يستخدم كلوريد الصوديوم فإن أقل نم لإنتاج ب SEB كان ٠,٩٠ – ٠,٩٢ وإذا أستخدم خليط من كلوريد الصوديوم والبوتاسيوم وكبريتات الصوديوم فإن إنتاج ب SEB حدث عند <٠,٩٠ وعند إستخدام الجليسرول فإن أقل نم كان ٠,٩٨ – ٠,٩٩ ودرجة الحرارة ورقم جيد يؤثران على نم التى تنمو عليها *S. aureus* وينتج الزعاف المعوى وعندما

تحيد هذه المعالم عن قيمها المثلى فإن أقل نـم تتحمله الـ *S. aureus* يرتفع.

• الظروف الجوية atmospheric conditions: الاستافيلوكوكاى كائنات إختيارية لاهوائية ولكن كمية ومعدل نمو وإنتاج الزعاف المعوى أقل بكثير تحت ظروف لاهوائية عنه تحت ظروف هوائية. وزيادة التهوية أو مستويات الأكسجين يمكن أن يقلل كمية ب SEB المنتجة. وعند مستوى أكسجين ذائب قدره ١٠٪ فإن نمو *S. aureus* على ٣٧°م كان فى أقصاه ولكن ليس إنتاج ب SEB. وأحسن مستوى أكسجين ذائب لإنتاج ب SEB كان ١٠٪ وبالعكس فإنتاج أ SEA كان متعلقاً بالنمو ولم يتعلق بمستوى الأكسجين الذائب.

• عوامل غذائية nutritional factors: معظم أنواع الستافيلوكوكاى تتطلب نيتروجيناً عضوياً وواحد أو أكثر من فيتامينات ب للنمو الهوائى. والوسط المحتوى على مهضومات البروتين عموماً يشجع النمو وإنتاج الزعاف المعوى. وللنمو اللاهوائى فإن مصدر كربون يتخمر واليوراسيل مطلوبان. وإضافة مصادر كربون يتخمر مثل الجلوكوز أو البيروفات إلى المزارع الهوائية عَوَّقَ تخليق الزعاف المعوى بواسطة *S. aureus* وهذ التعويق يعزى جزئياً إلى نقص رقم جـ نظراً لإنتاج حمض وجزئياً إلى تعويق الأيض الهادم.

• كلوريد الصوديوم: الكائن يستطيع النمو فى ٢٠٪ كلوريد صوديوم بينما إنتاج الزعاف المعوى يحدث حتى ١٠٪ كلوريد صوديوم. والنمو وإنتاج الزعاف المعوى يتأخران بزيادة تركيز الملح.

• الكائنات الحية الدقيقة المنافسة competing microorganisms: الستافيلوكوكاى لاتتحمل المنافسة خاصة عندما يكون مستوى التلقيح منخفضاً بالنسبة للكائنات الموجودة. وكثير من البكتيريا العامة الغذائية ثبطت نمو *S. aureus* و/أو مقدرتها على إنتاج زعاف معوى. وفى الأغذية الطازجة فإن *S. aureus* لاتنمو جيداً بسبب وجود كائنات أخرى مع إستثناء اللبن الطازج من بقرة مصابة بإلتهاب الضرع. وكذلك الأغذية المعاملة بالحرارة والملوثة بـ *S. aureus* فهذه يمكن للستافيلوكوكاى أن تنمو فيها إذا كان الغذاء يحتوى على ملح وله رقم نـم منخفض.

البقاء فى الغذاء survival in foods

يحدث التسمم الغذائى بالستافيلوكوكاى من تناول الزعاف المعوى المنتج بواسطة *S. aureus*. واللحم الطازج واللبن كثيراً ماتكون ملوثة بالستافيلوكوكاى ولكنها نادراً ماتتهم بالتسمم الغذائى لأن كثيراً من الكائنات الدقيقة الملوثة تثبط نموها بجانب أنه ليس كل معزولات الستافيلوكوكاى منتجة للزعاف المعوى. وتسخين اللحم إلى درجة حرارة داخلية ٧٣,٩ – ٧٦,٧°م هو أحسن الطرق لتثبيط *S. aureus*. ودرجة الحرارة والزمن المستعملان فى بسترة اللبن كافيان لهدم *S. aureus*. وزمن الخفض العشرى (قيمة د D value) لـ *S. aureus* فى اللبن الفرز على

٦٠,٠ ، ٦٥,٥°م هو ٣,٤٤ ، ٠,٢٨ ق بالتتابع بينما الزعاف المعوى ثابت جداً للحرارة ولايتم تثبيطه بالبسترة. وحدث أن لبن الشيكولاتة حُفِظَ على درجات حرارة دافئة قبل البسترة فنمت S. aureus فى اللبن وأنتجت أ SEA وعند الفحص لم يوجد أى ستافيلوكوكاى ولكن وجد أ SEA.

ودرجات الحرارة المستخدمة فى التعليب كافية لقتل استافيلوكوكاى. وكمية الزعاف المعوى الموجودة عادة فى الأغذية والمتصلة بالتسمم الغذائى (١ نانوجرام - >٥٠ نانوجرام/جم غذاء). وعموماً فإن الثبات ضد الحرارة أكبر فى الأغذية عنه فى الأنظمة buffers. ودرجة التثبيط تتوقف على عدد من العوامل ومنها طبيعة الغذاء ورقم جيد وتركيز وطبيعة الزعاف المعوى.

والـ S. aureus الذى لُقِحَ داخل الفرانكفورتر ثُبطَ عندما سخنت هذه إلى درجة حرارة داخلية ٧١,١°م فى التدخين. والـ S. aureus التى بقت من عملية المعالجة فى الهام ثُبطَت أثناء التسخين حتى ٤٨,٩°م لمدة ٤٨ ساعة.

أما التجميد والتيبع فليس له تأثير جوهرى على حيوية الـ S. aureus وإن كانت أرقام S. aureus فى اللحوم تقل بعد التخزين على درجات حرارة تحت التجميد. ومجموعة S. aureus فى اللحم البقرى المهروس قلت بمقدار ٩١٪ بعد التخزين على -٢٢°م لمدة ٤ أشهر.

والـ S. aureus مقاومة نسبياً للتجفيف فاللبن الفرز والأغذية المحتوية عليه كانت من ضمن أسباب التسمم الغذائى بالستافيلوكوكاى فهذه تستطيع أن تبقى بعد التجفيف بالرشاش ويتوقف ذلك على درجة الحرارة ومحتوى الرطوبة فى الناتج وسلالة S. aureus.

التحديد/الإكتشاف detection

ينتج التسمم الغذائى عن طريق أكل عينات بها الزعاف المعوى المنتج بواسطة الستافيلوكوكاى ولذا يلزم وجود طرق لتحديد كل من الكائن والزعاف المعوى. ولو أن من الضرورى وجود الستافيلوكوكاى لإنتاج الزعاف المعوى فى وقت ما فى الغذاء فإن وجود الكائن لايدل على وجود الزعاف. وليست كل الستافيلوكوكاى تستطيع إنتاج الزعاف المعوى وعلى اليد الأخرى فإن غياب الستافيلوكوكاى من الغذاء لايعنى عدم وجود الزعاف المعوى لأنها تنهدم بالحرارة بسهولة بينما الزعاف المعوى يبقى بعد المعاملة الحرارية. وتحديد وجود الزعاف فى الغذاء مهم لأنه إذا وجد بمستويات يمكن تحديدها فإن أكل هذا الغذاء يحدث تسمماً غذائياً فى معظم الأحوال.

❖ تحديد الستافيلوكوكاى فى الغذاء

إن عزل الستافيلوكوكاى الموجبة للكواجيولاز coagulase-positive هو من الأهمية بمكان لأن هذه الأنواع هى التى تسبب التسمم الغذائى ولو أنه أحياناً الستافيلوكوكاى السالبة للكواجيولاز coagulase-negative سببت تسمماً غذائياً. والستافيلوكوكاى الموجبة للكواجيولاز تشمل S. aureus و S. intermedius و S. hyicus

فبعض السلالات من هذه الأنواع قد أنتجت الزعاف المعوى وعلى ذلك فإنتاج الكواجيولاز بواسطة معزولات التسمم الغذائى هو أحد الخواص الرئيسية المتصلة بالتسمم الغذائى للستافيلوكوكاى.

• **التحديد فى الأغذية الخام:** يستخدم عادة ٥٠جم عينة ممثلة والعينات المجمدة تُتَّعَى (التيع thawed) تحت تبريد قبل الإختبار مباشرة. وأخذ العينة يجب أن يكون تحت ظروف معقمة وأن تبقى تحت هذه الظروف ومبردة حتى تُختَبَر.

وعينات الغذاء تعلق أو تخلط مع مخفف مناسب وتوضع فى أطباق آجار بيرد-باركر Baird-Parker agar وتحضن ويختار واحدة أو أكثر من كل نوع من المستعمرات من طبق يحتوى ٢٠ - ٢٠٠مستعمرة لإختبار الكواجيولاز. وأى مستعمرة تعطى نتائج سالبة للكواجيولاز يجب اختبارها للثرمونيوكلياز (ثر.ا.ز TNase) وأى مستعمرات موجبة لأى من الكواجيولاز والثرمونيوكلياز (ثر.ا.ز TNase) يمكن إعتبار أنها مما يمكن أن ينتج الزعاف المعوى.

• **التحديد فى الأغذية المعاملة detection in processed foods:** إن جمع وتحضير العينات للأغذية المعاملة هو نفس الشيء بالنسبة للأغذية الخام. والعينات المخففة تحضن فى قوة مزدوجة لتربتيكاس trypticase مرق الصويا قبل إضافة تربتيكاس أحادى القوة مرق الصويا محتوياً ٢٠٪ كلوريد صوديوم مع إستمرار التحضين. والمَزَارع تحضر على أطباق أجار بيرد-باركر وتستخدم نفس الطرق كما شرح أعلاه لإختيار المستعمرات. وهذه الطريقة يمكن إستعمالها مع الأغذية الخام أو غير المعاملة التى يشك فى إحتوائها على كائنات >١٠٠/جم *S. aureus* فى وجود عدد كبير من الكائنات المنافسة.

• **التحديد فى حالات من تسمم غذائى detection in cases of food poisoning:** فى معظم حالات التسمم الغذائى يكون الغذاء قد تلوث بعد أن طبخ وسُخِن وفى هذه الحالة فإن الطرق المستخدمة لعزل الستافيلوكوكاى من الأغذية الخام تُستَخْدَم . وفى الحالات حيث نما الستافيلوكوكاى فى الأغذية وأنتجت الزعاف المعوى قبل أن يعامل الغذاء وكذلك فى الحالات التى لايعرف فيها تاريخ الغذاء فإن طريقة الغذاء المعامل تستخدم. وفى بعض الأحيان فإن الستافلوكوكاى إما قُتِل أو مات خلال التخزين ولأن الثرمونيوكلياز (ثر.ا.ز TNase) ثابت ضد الحرارة ويبقى فى الغذاء لمدة طويلة أثناء التخزين فإن الإختبار له يمكن أن يتم ليبين عما إذا كان كمية كافية من النمو للستافيلوكوكاى قد حدث لإنتاج الزعاف المعوى.

وإذا تم عزل الستافيلوكوكاى من الغذاء فيجب إختبارها لإنتاج الزعاف المعوى. فإذا كان ينتج زعافاً معوياً فالغذاء يختبر لنوع الزعاف المعوى المنتج. وحيث لا يمكن عزل الستافيلوكوكاى وكان إختبار الثرمونيوكلياز (ثر.ا.ز TNase) موجباً فإن الأغذية يمكن إختبارها للزعاف لأن لايعرف إذا كان الستافيلوكوكاى التى نمت فى الغذاء كانت تستطيع إنتاج الزعاف المعوى أم لا.

وتحديد أنواع الآكل/الملتهم phage typing للستافيلوكوكاى المعزولة من الغذاء يتم عمله من أجل المساعدة فى تحديد مصدر التلوث. وكذلك الستافيلوكوكاى المعزولة من أى شخص تداول الغذاء المشكوك فى أمره فى التسمم الغذائى يجب أن يحدد أنواع الآكل/الملتهم phage typed فى هذا الشخص. وإذا كانت المعزولات من الغذاء ومن الشخص لها نفس نمط الآكل/الملتهم phage فيمكن الوصول إلى نتيجة أن الشخص هو مصدر التلوث.

❖ تحديد الزعاف المعوى

detection of enterotoxin

كل الطرق لتحديد الزعاف المعوى مبنية على أجسام مضادة خاصة بالزعاف المعوى. ويعقد الأمر أن سبعة أنواع من الزعاف المعوى تم التعرف عليها وهـى: أ (SEA)، ب (SEB) ، ج١ (SEC_1) ، ج٢ (SEC_2)، ج٣ (SEC_3)، د (SED)، لى (SEE). وعلى ذلك فالأمر يحتاج إلى خمسة مضادات حيوية مخصوصة لأن SEC ج١، ج٢، ج٣ يمكن تحديدها بجسم مضاد واحد. والزعاف المعوى غير المحدد موجود ولكن تدخله فى التسمم الغذائى صغير. والأجسام المضادة التى حضرت فى حيوانات مثل الأرانب هى متعددة النسائل polyclonal وتتفاعل مع الزعاف الداخلى فى جل لإعطاء تفاعلات البريسيبتين/الترسيب precipitin. والأجسام المضادة وحيدة النسيلة monoclonal لايمكن إستعمالها فى الجل لأن تفاعلها مع الزعافات المعوية لاينتج عنه تكوين رواسب precipitates.

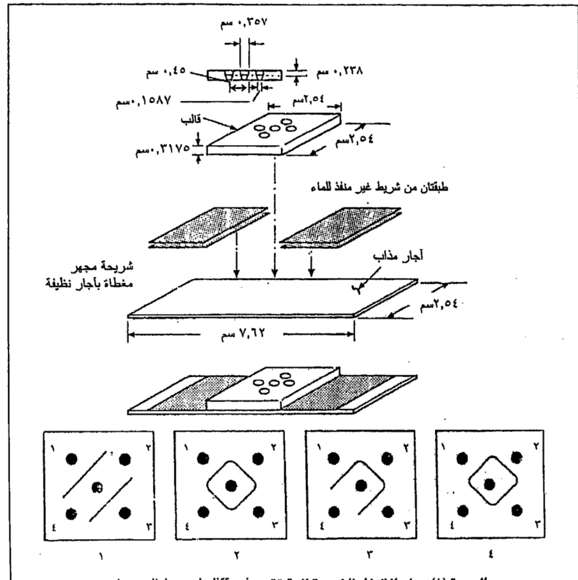
وتحديد الزعاف المعوى فى الأغذية يتطلب طرقاً أكثر حساسية عن تلك المستخدمة فى تحديد التسمم المعوى enterotoxigenicity للسلالات. وكمية الزعاف المعوى الداخلة فى تسمم غذائى قد تختلف كثيراً من أقل من ١ نانوجرام/جرام إلى أعلا من ٥٠ نانوجرام/جم. ولو أنه لاتوجد صعوبة عادة فى تحديد الزعاف المعوى فى الأغذية فى التسمم الغذائى الستافيلوكوكى إلا أنه يحدث أن تكون كمية الزعاف المعوى أقل من ١ نانوجرام/جم فى الغذاء وفى هذه الحالة يمكن أن يحدد الزعاف المعوى بأكثر الطرق حساسية. كما يلزم إستخدام طرق حساسة جداً فى تحديد صلاحية/أمان غذاء للإستهلاك.

• طرق الإنتشار فى الجل

gel diffusion methods

عدة أنواع من تفاعلات الجل أسْتُخْدِمَت فى التعرف وتحديد الزعاف المعوى وأكثرها إستخداماً أما طبق جل أوتشترلونى Ouchterlony أو الشريحة الدقيقة microslide (الصورة ١). وهذه الطرق أسْتُخْدِمَت لتحديد التسمم المعوى enterotoxigenicity لسلالات الستافيلوكوكاى. وتحوير طبق جل اوتشترلونى المستخدم فى بحوث معهد الأغذية Food Research Institute وجامعة وسكنسون University of Wisconsin كما أوصى به الآخرون هو طريقة طبق الحساسية الأمثل (ط.ح.أ.) optimum sensitivity plate (OSP) (الصورة٢). وهو سهل الإستخدام وفى إرتباط مع إنتاج الزعاف المعوى بواسطة طريقة الغشاء-فوق-الآجار membrane-over-agar

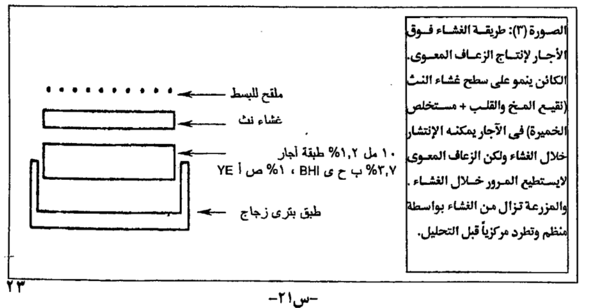
(الصورة ٣) أو طريقة كيس المزرعة sac culture فهى حساسة بدرجة كافية لتحديد معظم التسمم المعوى enterotoxigenic للستافيلوكوكاى. وفى طريقة كيس المزرعة فإن الوسط يكون داخل كيس النث dialysis sac والذى يوضع فى كأس مخروطى مع الملقح inoculum فى منظم خارج الكيس ويحضن مع التقليب. والحساسية العادية لطبقة الحساسية الأمثل (ط.ح.أ OSP) هو ٠,٥ ميكروجرام/مل ولكن يمكن زيادته إلى ٠,١ ميكروجرام/مل بواسطة زيادة تركيز سوائل مزرعة الستافيلوكوكاى الطافية خمس مرات.



الصورة (١): جل الإنتشار للشريحة الدقيقة microslide gel diffusion

تظهر الناتج مع إختبار الشريحة الدقيقة. والجسم المضاد antibody يوضع فى العين الوسطى والزعاف المعوى (للضبط) يوضع فى العيون ١، ٣. الشريحة ١ تفاعل موجب مع الزعاف الضابط، الشريحة ٢ تفاعل موجب مع غير معروف فى العينين ٢، ٤ two wells. الشريحة ٣ تفاعل موجب مع غير معروف فى العين ٢ well. التفاعل مع غير معروف فى العين ٤ إحتوت كمية كبيرة من الزعاف وغير معروف فى العين ٢ إحتوت كمية أقل من الزعاف عن غير المعروف فى الشريحة ٣.

الصورة (٢): طبق الحساسية الأمثل (ط ح أ OSP) مع نتائج. العيون المحتوية على الزعاف الضابط هي نصف مساحة المقطع المستعرض لعيون الجسم المضاد (الوسط) والعيون المحتوية على المجهول/غير المعروف (غ١-غ ٤). وهذا ينتج عنه تضاعف في الحساسية. وغير المعروف في العيون غ١، غ٣ في المكان الأول، غ١ في الطبق ٢، وغ٤ في طبق ٣ هي موجبة للزعاف المعوى. والكَلاب hook في غ١ في طبق١ يؤكد بواسطة التركيز لخمس مرات five-fold للعينة المجهولة/غير المعروفة. والغير معروف في العين ٢ في الطبق٢ ليست موجبة، والنتيجة الملحوظة تتأثر بالكمية الكبيرة من الزعاف في غير المعروف في العين١.



الصورة (٣): طريقة الغشاء فوق الأجار لإنتاج الزعاف المعوى. الكائن ينمو على سطح غشاء النث (نقيع المخ والقلب + مستخلص الخميرة) في الآجار يمكنه الإنتشار خلال الغشاء ولكن الزعاف المعوى لايستطيع المرور خلال الغشاء. والمزرعة تزال من الغشاء بواسطة منظم وتطرد مركزياً قبل التحليل.

وطريقة الشريحة الدقيقة microslide يستخدمها البعض ولكن تحتاج لعناية فى تحضير الشرائح ومع ذلك فإن النتائج صعبة التأويل والخبرة مهمة فى تحقيق أقصى حساسية (٥٠ - ١٠٠ نانوجرام/مل). ولكن مع هذه الخبرة فإن كثيراً من الأشخاص لايستطيعون الوصول لهذه الحساسية. والطرق الأصلية لتحديد الزعاف المعوى فى الأغذية أستخدمت طريقة الشريحة الدقيقة microslide واحتاجت هذه الطرق لإستخدام ١٠٠جم من الغذاء مع الإستخلاص والتركيز لخفض المستخلص إلى ٠,١ - ١,٥مل. ولكن هذه كانت متعبة وتستغرق وقتاً وحل محلها طرق أكثر حساسية ولكن هيئة الأغذية والأدوية فى الولايات المتحدة لازالت تستخدم الطريقة الأصلية التى عرفت منذ ١٩٦٥ وتعتبرها الطريقة الرسمية لتحديد الزعاف المعوى فى الأغذية.

• طرق لتحديد الحساسة

sensitive detection methods

إن تطوير الطرق الحساسة لتحديد البروتينات إلى أقل من ١ نانوجرام/مل من السائل سَهَّلَ تحديد الزعاف المعوى فى الأغذية. وبذا فقد كان من السهل إستخدام طريقة مبسطة لإستخلاص الزعاف المعوى من الغذاء. والطريقة المستخدمة بمعهد بحوث الغذاء بجامعة وسكنسون هى مثال على ذلك: ١- إطحن الغذاء إلى تقن متجانس مع ١,٥ مل سائل لكل جرام من الغذاء. ٢- إضبط رقم جيد إلى ٤,٥ وإطرد مركزياً. ٣- إضبط السائل الطافى إلى جيد ٧,٥ وإطرد مركزياً إذا كان ضرورياً. ٤- إستخلص بالكلوروفورم وإذا تدخل الدهن إطرد مركزياً ورشح. وإستخدام طرق إستخلاص بسيطة يقلل الزمن المعد لتحديد الزعاف المعوى فى العينة (من ٢ - ٣ أيام إلى ١ - ٢ ساعة). ولكنه أيضاً يحسن من إستعادة الزعاف المعوى من الغذاء. وهذا مهم فى الحالات التى تكون فيها كميات الزعاف المعوى (≥ ١ نانوجرام/ جم) موجودة. ففى هذه الحالات يمكن الإعتماد على إستعادة قدرها ٥٠٪ من الزعاف المعوى ولكن فى الإستخلاص الطويل وطرق التركيز الطويلة فإن أقل من ١٠٪ يمكن إستعادتها.

• طريقة مناعة ممتصة مرتبطة بإنزيم (م.م.ر.أ)

enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA)

طرق م.م.ر.أ طبقت فى تحديد الزعاف المعوى فى الأغذية بعد قليل من إستخدامها فى التعرف على البروتينات. وكل طرق م.م.ر.أ المستخدمة هى من نوع الساندوتش وفى هذه الطريقة فإن الإنزيم يزدوج مع جسم مضاد بدلاً من الزعاف المعوى وكمية الإنزيم وبالتالى اللون المتكون من تفاعل الإنزيم-مادة التفاعل يتناسب تناسباً طردياً مع كمية الزعاف المعوى الموجود فى العينة غير المعروفة. ومعظم مستخدمى م.م.ر.أ يستخدمون أطباق العيار الحجمى الدقيق microtitre والتى تتصل بها الأجسام المضادة. والعدد الكبير من العيون فى طبق العيار الحجمى الدقيق تسمح بإختبار عدة عينات فى وقت واحد بالرغم من أنه لايوجد تجانس فى كل العيون خاصة تلك الموجودة حول حرف الطبق. ويحتاج الأمر إلى قارىء لتسجيل النتائج وهذا يضيف إلى تكاليف

الطريقة. وطريقة بديلة هى إستخدام كُوَّر عديد الستيرين polystyrene والتى تتصل بها الأجسام المضادة. وطريقة الكُرَّة مزعجة لأن كل كُرَّة يجب أن تعالج منفصلة. ويمكن إستخدام حجم كبير نسبياً من العينة غير المعروفة وبذا تزيد كمية الزعاف المعوى الممتزة adsorbed وبالتالى تزيد حساسية الطريقة. وإستخدام ا مل من مادة التفاعل يسمح للون المتكون إن يقرأ فى ملوان colorimeter بسيط. وحساسية م.م.ر.أ ELiSA هى بين ٠,١ ، ١٠ نانوجرام/جم من الغذاء (الجدول ٢).

جدول (٢): تحديد الزعاف الداخلى للستافيلوكوكاى (ز س) فى الأغذية بطريقة م.م.ر.أ.

الغذاء	ز س	كمية ز س المضافة (نانوجرام/جم)	كمية ز س المحددة (نانوجرام/جم)
لبن	أ	٠,٦٣	٠,٦٣
هام	أ	٠,٦٣	٠,٣٤
		١,٢٥	٠,٥٥
سجق جنوا	أ	٠,٦٣	٠,٣٦
جبن	أ	٠,٦٣	٠,٥٩
	د	٠,٦٣	٠,١٥
		١,٢٥	٠,٦٤
	ئى	٠,٦٣	٠,٣٨
غذاء جبن	أ	٠,٦٣	٠,٣٦
سلطة بطاطس	ب	٠,٦٣	٠,١٨
		١,٢٥	٠,٤٤
سباجيتى	أ	٠,٦٣	٠,٥٤

وبالرغم من إستخدام أجسام مضادة متعددة النسيلة polyclonal فى معظم طرق تحديد الزعاف المعوى فإن تطور أجسام مضادة وحيدة النسيلة للزعاف المعوى مكن من إستخدامها فى تحليل الزعاف المعوى. ويحتاج الأمر إلى إثنين من أجسام مضادة وحيدة النسيلة monoclonal لكل زعاف معوى فى سندوتش م.م.ر.أ ELISA حيث أن موقع واحد يوجد على الجزىء لكل جسم مضاد وحيد النسيلة monoclonal. وليست كل الأجسام المضادة وحيدة النسيلة monoclonal يمكن إستخدمها فى طبقة الجسم المضاد المغطاة لأن الموقع الفعال يمكن أن يثبط فى عملية التغطية.

وفى بعض الأحيان لايحتاج الأمر لتحديد نوع الزعاف المعوى إذا كان الزعاف المعوى موجوداً، مثل فى إختبار إمكانية تسويق الغذاء المشكوك فيه فالغذاء لايمكن تسويقه إذا كان هناك زعافاً معوياً موجوداً. وفى هذه الحالة فإن تحديد وجود الزعافات المعوية فى إختبار واحد يوفر وقتاً لأن إختباراً واحداً يكون كافياً وهذا يوفر وقتاً فى إختبار الأغذية المتصلة بتسمم الغذاء لأن تحديد نوع الزعاف المعوى مهم فى تقفى آثار مصدر التلوث. ولكن إذا كان هناك أكثر من زعاف معوى واحد موجوداً فإن كمية كل منها يمكن أن تكون تحت المستويات التى يمكن تحديدها لكل زعاف معوى. وفى هذه الحالة فلايمكن تحديد الزعافات بالطرق المستخدمة فى تعيين كل زعاف معوى.

• لَزَّ النَّسَل السلمي العكسي (ل.ن.س.ع)
reversed passive latex agglutination (RPLA)

في لَزَّ النَّسَل السلمي العكسي (ل.ن.س.ع) فإن الأجسام المضادة المخصوصة تلتصق بجسيمات النَّسَل latex. وعندما تضاف هذه الجسيمات إلى محلول يحتوي الزعاف المعوي فإن جسيمات النسل تلتز agglutinate. والحساسية عادة أقل من ١ نانوجرام/جم من الغذاء. والطريقة حساسة بدرجة كافية لتحديد الزعاف المعوي في معظم الأغذية المشكوك فيها ولكن قد لاتكون كافية للتعرف على كميات صغيرة من الزعاف المعوي والتي قد تكون موجودة أحياناً (الجدول ٣). وأحد مشاكل طريقة ل.ن.س.ع RPLA هي أن مستخلص الغذاء قد يعطي لزا غير متخصص.

جدول (٣): تحديد الزعاف الداخلي للستافيلوكوكاي.

الغذاء	عد S. aureus /جم	ز س المحدد في الغذاء			ل.ن.س.ع غُدَّة
		سلالة ز س	م.م.ر.أ طبق	م.م.ر.أ غُدَّة	
هام	١,٥ x $١٠^{٩}$	أ	أ	أ	أ
لازنيا مجففة	٢,٠ x $١٠^{٨}$	أ	أ	أ	أ
سالمون معلب	٣,٥ x $١٠^{٦}$	أ	أ	أ	أ
جبن خراف	لم يحدد		أ	أ	لز غير متخصص
بولوبيف	٤,٠ x $١٠^{٢}$	أ، ب	أ، ب	أ، ب	أ، ب
باكون مدخن للبسط	١,٠ x $١٠^{٩}$	أ، د	أ[ج]	أ، د	أ، د
لحم بقرى - سندوتش	٤.٠ x $١٠^{٦}$	أ، د	أ[ج]	أ	غير محدد
خنزير	٦,٠ x $١٠^{٩}$	ب	ب	ب	ب
فراخ	١,٠ x $١٠^{٦}$	ج		ج	غير محدد
فطائر لحم	١,٠ x $١٠^{٦}$	أ	لم يحدد	لم يحدد	غير محدد

ج: المستخلص لم يختبر لـ د SED.

• إستعمال الطرق الحساسة لإختبار السلالات
use of sensitive methods for strain testing

حديثاً ثار سؤال عن حساسية طرق إنتشار الجل لتحديد سمية سلالات الستافيلوكوكاي. فقد وجد أن إنتاج الزعاف المعوي بواسطة السلالات قد تم ملاحظته بطريقة ل.ن.س.ع ولكنه لم يحدد بطريقة ط.ح.أ OSP والكميات المنتجة كانت تقريباً ١٠ - ٢٠ نانوجرام/جم. وهذا تم إثباته بتركيز السائل الطافي للمزرعة من خمسة سلالات التي اختبرت ووجدت موجبة لـ أ SEA بواسطة م.م.ر.أ ELISA حوالي ١٠٠ مرة للإختبار بواسطة ط.ح.أ OSP. وأهمية هذا الإنتاج المنخفض يمكن الشك فيه

ولكن وجدت سلالات متورطة فى تسمم غذائى كانت سالبة بطريقة ط.ح.أ OSP ولكنها موجبة بواسطة م.م.ر.أ ELISA. وهذه نتجت عن إختبار السلالات بواسطة م.م.ر.أ ELISA والتى كانت سالبة بـ ط.ح.أ OSP ولكن موجبة بواسطة إختبار تغذية القرد. وعدد من هذه السلالات كان موجباً لواحد أو أكثر من الزعافات المعوية المحددة بـ م.م.ر.أ ELISA خاصة لـ د SED (٢٣ سلالة). وبعض هذه السلالات كان قد تم عزلها من تسمم غذائى وهذا جوهرى لأن د SED كان قد تورط كالزعاف المعوى الثانى الأكثر أهمية فى التسمم الغذائى. ويجب إظهار انه فى كل الزعافات المعوية الـ د SED ينتج بأقل الكميات. وفقط ثلاثة من السلالات أنتجت كميات صغيرة من أ SEA وهو الزعاف المعوى المتورط فى ٧٥٪ من حالات التسمم الغذائى الستافيلوكوكاى. وإنتاج ١٠ – ٢٠ نانوجرام من الزعاف المعوى/مل هو إحتمال جوهرى لأن فقط ١٠٠ – ٢٠٠ نانوجرام من أ SEA أظهر أنه ضرورى لإنتاج تسمم غذائى. والكمية الموجودة فى الغذاء المسبب ٢٪ لبن الشيكولاتة كانت ٠,٥ – ٠,٧٥ نانوجرام/مل. وكميات الزعاف المعوى المنتجة بواسطة طريقة الغشاء على الآجار membrane-over agar أو طريقة مزرعة الكيس sac culture هى ٥ – ١٠ مرات تلك المنتجة فى طرق هز الدوارق shake flasks أو حتى فى الغذاء، ولكن إذا كان النمو كافياً، ١٠^٢ وحدات مشكلة للمستعمرات (CFU) colony-forming units و ١ – ٢ نانوجرام من الزعاف المعوى/جم من الغذاء يمكن أن تنتج. وهذا يمكن أن يكون كافياً لإنتاج تسمم غذائى فى الأشخاص الحساسين.

العُدَد المتاحة لتحديد الزعاف الداخلى

kits available for enterotoxin detection

يوجد عدة عُدَد متاحة:

١ – عُدَّة م.م.ر.أ ELISA كَرَّة متاحة من

Labor Dr. W.Bommeli
Länggassstrasse 7, CH-3012 Bern, Switzerland

وفى هذه العُدَّة فإن الأجسام المضادة الخاصة لـ أ SEA، ب SEB، ج SEC و د SED ممتصة على خرز منفصل من عديد الستيرين وإنزيم الفوسفاتيز القلوى يزدوج مع الأجسام المضادة الخاصة. ومادة التفاعل p–فوسفات النتروفينيل p-nitrophenyl phosphate تعطى لوناً أصفر مع الإنزيم. ولو أن الإختبار يمكن إكماله فى يوم فإنه يوصى بأن الكُوَر المغطاة بالجسم المضاد ترج مع ٢٠ مل من المستخلص طول الليل للحصول على أعلا حساسية (٠,١ – ١ نانوجرام/مل). واللون يمكن قياسه فى ملوان لأن ١ مل من مادة التفاعل تستخدم ويمكن إستخدام الطريقة فى القياسات الكمية.

٢– عُدَّة م.م.ر.أ ELISA عصاة للغمس dipstick ومتاحة من Transia, 8 Rue Saint Jean de Dieu, 69007 Lyon, France

أجسام مضادة وحيدة النسيلة monoclonal لـ أ SEA، ب SEB، د SEDو ئى SEE تغطى على ورق نتروسليولوز فى عيون wells فى عصاه الغمس dipstick. والتزاوج يتكون من أجسام مضادة

وحيدة النسيلة monoclonal antibodies مختلفة تزدوج مع بيروكسيداز فجل الخيل والذى يتفاعل مع مادة التفاعل ليعطى لوناً أزرق. والطريقة حساسة إلى ٠,٥ – ١ نانوجرام/جم من الغذاء والإختبار يمكن إكماله فى ٦ – ٧ ساعات والنتائج تقرأ ويحتاج إلى إختبار واحد لكل عينة.

٣- عُدَّة ل.ن.س.ع RPLA متاحة من Oxoid Limited , Wade Road , Basingstoke, Hampshire RG 24 OPW, U.K. جسيمات النَّسَل latex تغطى بأجسام مضادة خاصة لـ أ SEA، ب SEB، ج SEC و د SED ويحتاج إلى أكثر من ٢٤ ساعة لتكملة الإختبار.

٤- عُدَّة م.م.ر.أ ELISA أنبوبة تصفية ومتاحة من Transia وأجسام مضادة وحيدة النسيلة لـ أ SEA، ب SEB، ج SEC، د SED و ئـى SEE تغطى على "قاع أنبوبة ذات شفة. والتزاوج conjugate هو مخلوط من أجسام مضادة وحيدة النسيلة monoclonal مزدوجة مع بيروكسيداز فجل الخيل. ويتفاعل الإنزيم مع مادة التفاعل لإعطاء لون أزرق. وحساسية الإختبار أقل من ٠,٢ نانوجرام/مل ويحتاج الإختبار إلى ساعة.

٥- عُدَّة م.م.ر.أ Elisa طبق تصفية عيار حجمى دقيق microtitre plate screening kit ومتاحة من Biotechnology Australia Pty Ltd. PO Box 20, Roseville, NSW 2069, Australia ومخلوط من أجسام مضادة خاصة لـ أ SEA، ب SEB، ج SEC، د SED و ئـى SEE تمتز على عيون أطباق العيار الحجمى الدقيق. والإنزيم المستخدم هو بيروكسيداز فجل الخيل ومادة التفاعل هى أ.ب.ت.ث ABTS (حمض سلفونيك) والتى تعطى لوناً أخضر. وحساسية الطريقة أقل من ١ نانوجرام/مل والوقت اللازم ٤ ساعات. وخطوة إضافية بمعاملة مستخلصات الغذاء باليوريا يتبعها التركيز عشرين مرة، متضمنة فى الطريقة لإستعادة الزعاف المعوى من الأغذية المسخنة. والمفروض أن اليوريا "تعكس المسخ renature" للزعاف المعوى الممسوخ فى الغذاء المسخن ولكن هذا يشك فيه. وعلى أى الأحوال فإن الزعاف المعوى الممسوخ يصبح بحيث يمكن هضمه بواسطة البيسين فى المعدة ولايسبب تسمماً غذائياً. ولكن طريقة التركيز تزيد من حساسية الطريقة، ولكن إذا ماكانت هذه الحساسية الإضافية يحتاج إليها أم لا هو موضع تساؤل.

التسمم الغذائى food poisoning

أعراض المرض

أهم أعراض مرض التسمم الغذائى للستافيلوكوكاى هى القيء والإسهال والتى تحدث بعد ١ – ٦ ساعات من تناول الغذاء المحتوى على الزعاف المعوى (جدول ٤).

المتطلبات اللازمة لإحداث تسمم غذائى

يتطلب الأمر عدة ظروف لإحداث تسمم غذائى ستافيلوكوكاى: ١- الغذاء يجب أن يكون وسطاً جيداً لنمو الستافيلوكوكاى وإنتاج الزعاف المعوى. ٢- يجب أن توجد ستافيلوكوكاى تستطيع إنتاج

الزعاف المعوى. ٣- الغذاء يجب أن يحفظ على درجات حرارة دافئة لعدة ساعات حتى تنمو الستافيلوكوكاى بأعداد كافية لإنتاج الزعاف المعوى.

جدول (٣): أعراض التسمم الغذائى بالستافيلوكوكاى. (حالات من منفوخات الكريمة)

الأعراض	حالات	التفاعل		
		لم يحدث	بسيط	شديد
القئ	١٢٢	١٥	١٢	٩٥
أوجاع فى البطن	١٢٢	٦	٤٠	٧٦
إسهال	١٠٣	١٣	٧٥	١٥
صداع	١٠١	٢٩	٥٩	١٣
تشنج العضلات	١٣	٤١	٥٨	١٤

الأغذية المتعلقة بالتسمم

من هذه الأغذية ماهو عادة غنى فى البروتين ومنها اللحم ومنتجاته والدواجن واللبن ومنتجاته والسلطات (تونه، دجاج، هام وبطاطس) والكسترد والبودنج ومنتجات الخبيز الملأى بالكريمة.

مصادر التلوث

أهم مصدر هو مناولو الأغذية وأحياناً الحيوانات خاصة المصابة بإلتهاب الضرع وأحياناً الأجهزة مثل مشرحة اللحم meat slicer.

الظروف اللازمة لنمو وإنتاج الزعاف

من أجل حدوث التسمم الغذائى الستافيلوكوكاى يجب وجود سلالة ستافيلوكوكاى سامة على درجة حرارة الغرفة أو أعلا لمدة ٤ ساعات على الأقل حتى تنمو الستافيلوكوكاى وتنتج الزعاف المعوى. ونموها إلى مجموعة ١ مليون أو أكثر / جم من الغذاء يفترض أنه ضرورى لإنتاج الزعاف المعوى الممرض.

وليست كل السلالات تنتج الزعاف المعوى ولكن نقص الستافيلوكوكاى أو وجودها بأعداد صغيرة لايدل على غياب الزعاف المعوى من الغذاء المشكوك فيه خاصة فى الأغذية المسخنة فغياب الستافيلوكوكاى لايعنى أمان المنتج لأن الزعاف المعوى السابق تكوينه لايثبط بالحرارة.

معاملة المرض

إن سرعة تطور المرض يجعل من المستحيل منع الأعراض من الظهور بعد أن يتم تناول الزعاف المعوى. ولا يوجد علاج لهذه الأعراض وفى معظم الأحيان الشفاء يتم فى خلال ساعات. ولكن فى الحالات الشديدة حيث القيء أو الإسهال شديدين فإن المعاملة بالسوائل مفيدة عن طريق الوريد خاصة لإعادة توازن الأملاح.

❖ المنع

• **ضبط درجة الحرارة**

تبريد الأغذية المعرضة هو أحسن الطرق.

• **مناولوا الأغذية**

يلزم تعليم مناولى الأغذية والمستهلك الطرق اللازمة لأمان الأغذية.

• عدوى مناولى الأغذية

يحسن منع مناولى الأغذية الذين يحملون العدوى من مناولة الأغذية ولو أن هذا صعب لأن ٥٠٪ من الناس حاملون للستافيلوكوكاى.

(Macrae)

ستاكوزا/كركند lobster

أنظر: أسماك صدفية

##ستربتوكوكس *Streptococcus*

أنظر: أمراض ينقلها الغذاء

السجق/المنتجات المسحوقة sausages & comminuted products

السجق والمنتجات المسحوقة (مفرومة ground أو مقطعة chopped أو مقسمة بأى الشكل) هى منتجات لحم معامل تعطى المستهلك بدائل لقطع اللحم والروست وقد تكون بسيطة مثل مفروم اللحم البقرى أو معقدة مثل السالامى المتخمرة والمدخنة والمجففة الصلبة.

واستخدمت منتجات السجق المعالج بالملح الذى ربما كان مختلطا به نترات صوديوم والذى أعطى اللحم اللون الوردى المحمر وحَسّن قيمة الحفظ. وفى حوالى ١٨٠٠ عُرِفَ أن أيون النترات هو مصدر تفاعلات المعالجة للحم ثم عرف فى حوالى ١٩٢٠ أن النتريت وليست النترات هى عامل المعالجة النشط. ويرجع تقدم منتجات السجق إلى عوامل البيئة بحيث أن كثيراً منها سميت بأسماء المدن فرانكفورت (فرانكفورتر) وبولونيا (بولونا).

تقسيم السجق والمنتجات المسحوقة

معظم السجق والمنتجات المسحوقة يمكن وضعها فى واحد من سبعة أقسام (الجدول ١). وبفحص هذا الجدول يتبين أن أربع معاملات أساسية تتدخل فى تخصيص هذه المنتجات: درجة التنكيه والطبخ والمعالجة والتدخين. فمثلاً اللحوم المسحوقة الطازجة مثل اللحم المفروم أو (اللُقطات معادة التركيب restructured nuggets) لاتعالج (لاتحتوى على نتريت) وتحتوى على قليل من النكهات ولاتدخن. فى حين أن السجق الطازج والذى لايعالج ينكه جيداً بالملح والتوابل وعادة يحشى فى أغلفة أو أوعية أسطوانية. والسجق المدخن غير المطبوخ يبقى خاماً (غير مطبوخ) والسجق المدخن المطبوخ يعالج ويدخن ويطبخ. والسجق المطبوخ قد يكون معالجاً أو لا وقد يدخن أو لا ولكنه يحشى فى أغلفة أسطوانية (أرغفة). والأرغفة المطبوخة كثيراً ماتتضمن نسباً جوهرية للمكونات غير اللحمية مثل المخلل والبيمنتو والزيتون والجبن والعسل والبيض وجريش الذرة وغير ذلك. والسجق الجاف ونصف الجاف ربما كان أكثر هذه المجموعات تميزاً لأنه بجانب المعالجة والتنكيه والوضع فى أغلفة فهذه المنتجات عادة تخمر بمزرعة كائنات دقيقة لتحميض المنتج وتسهيل التجفيف بعد ذلك. وسجق الصيف لايجفف ويكون معداً للتوزيع بعد التخمر والطبخ. والمنتجات الجافة مثل البيرونى تجفف بعد التخمر لتصل إلى نسبة رطوبة : بروتين (ر: ب M:P) مميزة (للبيرونى هى ١,٦ ر: ب M:P) والنتيجة النهائية لهذه العمليات بالنسبة للسجق الجاف ونصف الجاف

هـى نكهـة مميزة وقـوام وحيد ومقاومة عاليـة للفساد. ومنع نمو الكائنات يعطى درجة عاليـة من أمان الغذاء.

جدول (١): تقسيم السجق واللحوم المسحوقة.

مجموعة المنتج	أمثلة	الخواص العامة
• لحوم مسحوقة طازجة	لحم بقرى مفروم، لحم خنزير مفروم، لحم دواجن مفروم، لُقط nuggets، الفطائر patties، شرائح ريَّش	غير معالج، مطبوخ أو غير مطبوخ. غير منكه ولكنه قد يتضمن بعض التتبيل و/أو الروابط. وقد يغطى بعجين أو بقسماط.
• سجق طازج	سجق خنزير، [أ] براتفورست، سجق ايطالى	غير معالج منكه جيداً بالملح والتوابل ويوضع فى أغلفة ولكن لايدخن أو يطبخ.
• سجق غير مطبوخ ومدخن	[ب] كيلبازا ، [ج] ميتفورست	معالج أو غير معالج ومنكه ويحشى فى أغلفة ويدخن ولكن لايسخن ويجب طبخه تماماً قبل تقديمه.
• سجق مطبوخ ومدخن	فرانكفورتر، بولونا	معالج ومنكه ومحشو فى أغلفة ومدخن ومطبوخ تماماً وقد يقدم بارداً أو مسخناً.
• سجق مطبوخ	[د] براونشفيجر، سجق الكبد	معالج أو غير معالج ومنكه ومحشو فى أغلفة ومطبوخ. وقد يحتوى أو لايحتوى على دخان أو منكهات الدخان.
• مطبوخ لحوم الغذاء والأرغفة	رغيف المخلل والبيمنتو، رغيف الهام والجبن، ساندوتش البسط، [ى] لحم خنزير (مع ذرة)	معالج أو غير معالج ومطبوخ وغير مدخن.
• سجق جاف ونصف جاف	بيبرونى، سالامى جافة، سجق الصيف، بولونا لبنان	معالج ومنكه ومحشو فى أغلفة وعادة متخمر، وعادة مدخن، وقد يطبخ أو لايطبخ ويجفف بإنتظام. ومعظم المنتجات تتميز بنسبة نهائية للرطوبة : البروتين.

أ : bratwurst ، ب : Kielbasa ، ج : mettwurst ، د : Braunschweiger ، ى : scrapple

❖ المكونات المستخدمة

تقسم هذه المكونات إلى مكونات لحمية ومكونات غير لحمية.

• المكونات اللحميـة meat ingredients:

المطلوب هو أن يكون اللحم من درجة عالية وطازجاً. ومعظم مكونات اللحم تختلف فى اللون والتكوين والمقدرة على المحافظة على الرطوبة والدهن عندما تطبخ وبالتالى فمنتج السجق يجب أن يختار ويعمل إرتباطات بين مصادر اللحم بالنسب التى تخلق المنتج النهائى ذى الخواص المرغوبة. فمكونات اللحم ليست فقط مصدر الدهن والبروتين والماء فى الناتج النهائى ولكنها

أيضاً تؤثر على القوام وشعور الفم واللون والعصيرية والنكهة. ويستعان فى ذلك بالحاسوب فمكونات اللحم تحلل كيماوياً والنسب تستخدم فى حسابات الحاسوب لتحقيق نسب المكونات للحصول على خواص المنتج بأقل سعر ممكن. وبذا يمكن أيضاً إنتاج منتجات ثابتة ومتجانسة.

• **المكونات غير اللحمية non-meat ingredients**: بعض المكونات غير اللحمية مثل الملح ضرورية ويحتاج الأمر إلى أخذ قرار بالنسبة للكمية. والجدول (٢) يعطى معظم المكونات غير اللحمية مع وظائفها ومستويات إستخدامها وكل مكون يعطى خواص للمنتج لايكن غالباً إنتاجها بأى طريقة أخرى.

فالملح مهم للنكهة ويمنع نمو الكائنات الدقيقة (لمنع الفساد وأمان الناتج) وقوام الناتج وربط الدهن والماء. ونظراً للإهتمام بتناول الصوديوم وإرتفاع ضغط الدم فإن البحوث دارت حول خفض مستويات الملح وتقليل الملح يعنى أن نمو الكائنات الدقيقة وأن فقد الناتج سيزدادان. كما أن الملح حرج للقوام وخواص الربط للحم لأن بروتينات اللحم تذوب فى محاليل الملح، ويجب أن تذوب جزئياً لتكون ذات كفاءة.

والمكون الذى يعمل فرقاً مابين اللحم المعالج من غير المعالج هو نتريت الصوديوم أو البوتاسيوم وهو المسئول عن لون اللحم المعالج ونكهته كما أنه مثبط قوى للكائنات الدقيقة. ونترات الصوديوم أو البوتاسيوم كثيراً ماتوصف بأنها مكون معالج ولكنها غير ذات كفاءة وحدها فوظيفتها الأساسية هى تكوين النتريت والتى تعمل بعد ذلك على المساهمة فى كل خواص اللحم المعالج. وإستخدام النترات والنتريت منظم بالقوانين بنسبة ١٥٦ مجم نتريت صوديوم لكل كيلو جرام من اللحم (١٥٦ جزء فى المليون). والنتريت يعمل فى تركيزات منخفضة ولم يوجد مكون آخر يقوم بعمله فهو يمنع الفساد كما أنه مثبط قوى لـ *Clostridium botulinum* وبذا يوفر أمن الغذاء أيضاً.

أما عديد الفوسفات – والذى يوجد منها عِدّة – فتتفاعل مع الملح لتذويب البروتين وعلى ذلك فهى تساهم فى القوام وخواص الربط. وتبدو أهمية الفوسفات حيث يستخدم ملح أقل فهذه المنتجات التى تحتوى على ٠,٥ – ١,٠٪ ملح تعتمد على الفوسفات لتذويب البروتين والربط ومعظمها عوامل خلب جيدة فتخلب الشوائب مثل أيونات المعادن والتى تشجع على تكوين النكهات الزنخة فالفوسفات تعمل على حماية النكهة.

وتستخدم التوابل تقليدياً للنكهة وإن كان البعض منها وجد أنه يعمل كمضادات للأكسدة (حاميات للنكهة) مثل الفلفل والزنجبيل والقرنفل والأسفاقس وإكليل الجبل. ولأن التوابل منتجات نبات جافة فربما كانت مصدراً للتلوث بالكائنات الدقيقة فيمكن إستخدام مستخلصات التوابل للتغلب على ذلك. وعوامل التنكيه مثل النيوكليوتيدات وأحادى جلوتامات الصوديوم ومحملآت البروتين تستخدم أحياناً لزيادة شدة نكهة اللحم و/أو التوابل.

جدول (٢): المكونات غير اللحمية فى السجق واللحوم المسحوقة.

المكون	الوظيفة	مستوى الاستخدام
الملح (كلوريد الصوديوم).	للتنكيه وتثبيط الكائنات الدقيقة. تذويب البروتين والذى يضبط الاحتفاظ بالدهن والماء فى الطبيخ وقوام المنتج والتصاقه.	صفر - ٥٪ فى كل السجق وفى كثير من اللحوم المسحوقة. والسجق الجاف قد يكون ٥٪ والسجقات الأخرى ١,٥-٢,٥٪ واللحوم المسحوقة ٠,٥-١,٠٪ واللحم البقرى صفر٪ ولايوجد حدود قانونية.
نتريت الصوديوم أو البوتاسيوم	مسئول عن لون اللحم المعالج والنكهة وضبط الكائنات خاصة *Clostridium botulinum*	أقل من ١٥٦ جزء فى المليون فى معظم المنتجات ويستخدم فى كل اللحوم المعالجة وأقصى المستويات محدد باللوائح.
اسكوربات أو اريثوربات الصوديوم	يسرع من معالجة تفاعل النتريت ويساهم فى وظيفة مضاد الأكسدة.	تنظمه اللوائح إلى ٥٥٠ جزء فى المليون ويوجد عادة مع النتريت فى اللحوم المعالجة.
الفوسفات (صوديوم ثالث عديد الفوسفات ، صوديوم عديد الفوسفات الزجاجى؛ بيروفوسفات رباعى الصوديوم؛ سداسى ميتافوسفات الصوديوم)	يزيد من ذوبان البروتين (مع زيادة ربط الدهن والماء) والتصاق المنتج وزيادة رقم جيد للحم ويخلب المعادن التى تشجع على التزنخ ويثبط الكائنات.	٠,٢-٠,٥٪ فى المنتجات المعالجة والطازجة وأقصى مستوى ٠,٥٪ تبعاً للوائح.
التوابل والمنكهات (نيوكليوتيدات أحادى جلوتامات الصوديوم) ومحملآت البروتين، والدخان السائل	النكهة وشدتها وقد يساهم فى اللون ومضاد للأكسدة وضبط الكائنات الدقيقة.	التوابل غير محددة والنكهات قد تحدد تبعاً للتطبيق.
المحليات (سكروز، دكستروز، ولاكتوز)، شراب الذرة، سوربيتول	تعطى الحلاوة وتحسن الاحتفاظ بالماء. وهى عادة تعامل للتخمر.	٠,٥-١,٠٪ عادة والسكروز والدكستروز غير محددين ولكن السوربيتول وشراب الذرة محددين بـ ٢٪ باللوائح.
الرابطات والممتدات (بروتينات اللبن وفول الصويا ومنتجات الحبوب والنشا)	تحسن من ربط الماء وعمل الشرائح واتاء الطبيخ وتقلل التكاليف	تحدد (فى الولايات المتحدة) إلى ٣,٥٪ فيما عدا معزول الصويا (٢٪) ولا تحدد فى المنتجات المُوَشَّمَة غير المخصوصة.
مضادات الأكسدة (ب.أ.أ BAA ، ب.أ.ت BHT، ت.ب.أ.ك TBHQ، بروبيل جالات) ومواد تآزر وحمض ستريك، سترات الصوديوم، وحيد مشابه بروبيل السترات ووحيد جليسريد السترات)	يثبط نكهات التزنخ. وعوامل التآزر تستخدم لخلب حافزات المعادن مما يجعل مضاد الأكسدة أكثر كفاءة.	يستخدم فى السجق الطازج والجاف. ويحدد باللوائح إلى ٠,٠١٪ من الحمض فى السجق الطازج (٠,٠٢٪ فى الارتباطات) و ٠,٠٠٣٪ من وزن المنتج فى السجق الجاف (٠,٠٠٦٪ فى الارتباطات).

والمحليات أو السكر يمكن إعتبارها عوامل تنكيه وإن كانت تساعد في ربط الماء لأنها مسترطبة. والدكستروز يستخدم في السجق المتخمر وكمية حمض اللاكتيك والنكهة المميزة الحادة tanginess يمكن ضبطها بكميات الدكستروز المستخدمة. كما أن الدكستروز يعطي السطح لون الكارامل عندما يسخن مع البروتين.

وهناك عدد من الرابطات والممتدات التي تحسن الربط وتكوين الشرائح وإثناء الطبيخ وهذه تمتد من بروتينات اللبن والبروتينات النباتية إلى منتجات الحبوب الغنية في النشا وهذه نسبتها تحد بنسبة ٣,٥٪.

ويسمح في السجق الطازج أو الجاف بإستخدام مضادات الأكسدة وعوامل التآزر. وهي تستخدم لتأخير التزنخ وبذا تحمي النكهة ومنها ب.أ.أ BHA ، ب.أ.ت BHT وت.ب.أ.ك TBHA (بيوتيلاتد أيدروكسي أنيسول ب.أ.أ ، وبيوتيلاتد أيدروكسي توليوين ب.أ. وت بيوتيل ايدروكينون ب.أ.ك) وجالات البروبيل وكثيراً ماتستخدم مع بعضها لزيادة الكفاءة.

القيمة الغذائية

يعطي السجق واللحوم المسحوقة بروتيناً عالي الجودة وفيتامينات ب وعدة معادن. ولكن الدهن والمستوى العالي للطاقة أو تركيز الملح (صوديوم) ووجود النتريت و ب.أ.أ هي مصادر قلق. ولخفض الدهن هناك عيب القوام الجِشِب المطاطي الذي يحدث مع المنتجات الدهنية المنخفضة والعالية في البروتين. وقد إستطيع أخيراً تكوين منتجات بها نسبة دهن ١٠٪ كما أمكن إنتاج منتجات يقل فيها الصوديوم والملح ولكن هذه المنتجات لازالت تمثل مستويات ملح أعلا من اللحم الطازج. والنتريت و ب.أ.أ هما من إهتمامات إحتمالات المسرطنات. والنتريت ليس مسرطناً وإن كان يستطيع تكوين النتروزامينات المسرطنة. وقد أمكن تحسين طرق المعالجة بحيث يستخدم كل النتريت في طرق المعالجة ولايبقى منه شيء لتكوين المسرطنات (النتروزامينات). وكل إستهلاك النتريت من اللحوم المعاملة هو أقل من ٥٪ من كل مايتناوله الفرد ويبقى ب.أ.أ وهذا لم يتم إستنفاذه وإن كان من الممكن إستخدام مضادات أكسدة غيره. (Macrae)

السحور pre-dawn meal

يتناول المسلمون في وقت الصيام (شهر رمضان وغيره) طعام السحور وهذا يجب أن يكفيهم حتى الإفطار. والصيام بالنسبة للمسلمين هو أن يمتنع عن الأكل والشرب والتدخين والمباشرة الجنسية وما إلى ذلك من الفجر حتى غروب الشمس.

سحق

خلط المساحيق mixing of powders

كثير من المشاكل المتعلقة بخلط المساحيق تنتج لأنه يعتقد أن المساحيق تسلك مسلك السوائل والغازات بينما هي لاتفعل ذلك. والخلافات الرئيسية هي أنه بالمقارنة بالأنظمة السائلة والغازية فإن نظام المسحوق له تحرك فقير وقوام فقير.

والتحرك الفقير أو الإنسياب الفقير يؤدى إلى مشاكل فى المعاملة والتعبئة بينما القوام الفقير يؤدى إلى جودة خلط فقيرة.

❖ تأثير إنسياب المسحوق على عملية الخلط
the influence of powder flow on the mixing process

• أنواع إنسياب المسحوق
powder flow types

لكل السوائل تحرك عال يعتبر عامة خاصية مرغوبة فهو يسرع من عمليات ضبط المعدل ويسهل ضبط العملية وكذلك تعبئة الناتج.

والفحص بالرؤية لعدد من المساحيق يؤدى إلى تقسيمها إلى: أ) إنسياب حر free-flowing، ب) متماسك cohesive. والمساحيق التى تنساب إنسياباً حراً مثل السكر المحبب تظهر إنسياباً ناعماً ومظهراً غير غبارى جذاب وقليل من الإلتصاق بالوعاء adhesion. والمساحيق المتماسكة cohesive powders مثل الدقيق لها إنسياب إلتصاق-إنزلاق stick-slip شاذ erratic stick-slip flow وغالباً غبارية جداً very dusty وتلتصق بجدر الوعاء. وحجم الجسيم جزء هام من نوع الإنسياب. وإذا كان متوسط حجم جسيم المسحوق أكبر من ٥٠ ميكروجرام µm فإنه يميل إلى أن يكون حر الإنسياب بينما أقل من ذلك فإنه يميل إلى أن يكون متماسكاً cohesive. وهذه الحدود بين أنواع الإنسياب تتوقف على كثير من الخواص مثل حجم الجسيم ولكنها حدود جوهرية فى أنها تحدد فلسفة معاملة المساحيق ونوع الخلاط الذى يستخدم.

وخاصة للصناعات ذات الأوزان الكبيرة فإن جاذبية المساحيق حرة الإنسياب من جهة المعاملة والتسويق تميل إلى تفضيلها على المساحيق المتماسكة. وجاذبية الإنسياب الحر غالباً ماتكون قوية جداً حتى أن عمليات جوهرية التكاليف قد تستخدم حتى يمكن تجميع aggregate ماهو مسحوق متماسك cohesive للحصول على خواص حرة الإنسياب free-flowing. وفقط عندما تصبح خواص المنتج سائدة فإن القوام الأنعم finer texture للمسحوق المتماسك تصبح جذابة. وهذه هى الحالة مع تطبيقات القيمة العالية المضافة كما فى الأدوية والخزف.

أ) المساحيق حرة الإنسياب
free-flowing powders

إن جسيماً واحداً هو الغاية من عنصر متحرك فى خليط مسحوق وبالعكس مع طبيعة الجزيئات المتجانسة فى الأنظمة الغازية والسائلة فإن كل من هذه الجسيمات يكون له خواص فريدة من حجم وشكل وخشونة وكثافة ومسامية ... الخ.

وفردية uniqueness الجسيم هى التى تعطى العملية خاصية الفصل segregation ذات الخطورة الشديدة. وإذا عرضت الجسيمات للحركة فهى لن تأخذ مأخذاً إعتباطياً كما فى النظام الجزيئى ولكنها ستنعزل متوقفاً على خواصها الخاصة وهذا يؤدى إلى فقد كبير فى الجودة. وإذا كانت جسيمات المسحوق متماثلة كيماوياً فإن الفصل segregation يؤدى فقط إلى إختلاف فيزيقى بين عبوات المنتج. أما إذا كان هناك إختلاف كيماوى فى مخلوط المسحوق فإن

الفصل segregation يكون أكثر خطراً فالمنتج في هذه الحالة سيكون له عبوات مختلفة فيزيقياً وكيماوياً.

والمساحيق حرة الإنسياب free-flowing معرضة للفصل أكثر لأن الجسيمات لاتتعرض لأى كبح تركيبى structuring restraint ولها حرية حركة كبيرة.

وكل حركة مسحوق يمكن أن تسبب فصلاً segregation ولكن الآتى هو بعض مما هو أكثر خطورة:

١- الإسقاط projection: الجسيمات الخشنة عموماً تسقط أبعد من الجسيمات الناعمة لو أنهما أسقطا على تسارع ثابت. ومصادر الإسقاط فى معاملة المساحيق يمكن تحديدها فى النقل الهوائى pneupnatic conveying والنقل بواسطة حزام ناقل والإنسياب الأنبوبى chute flow والخلاطات ذات السرعة العالية higher-speed mixers.

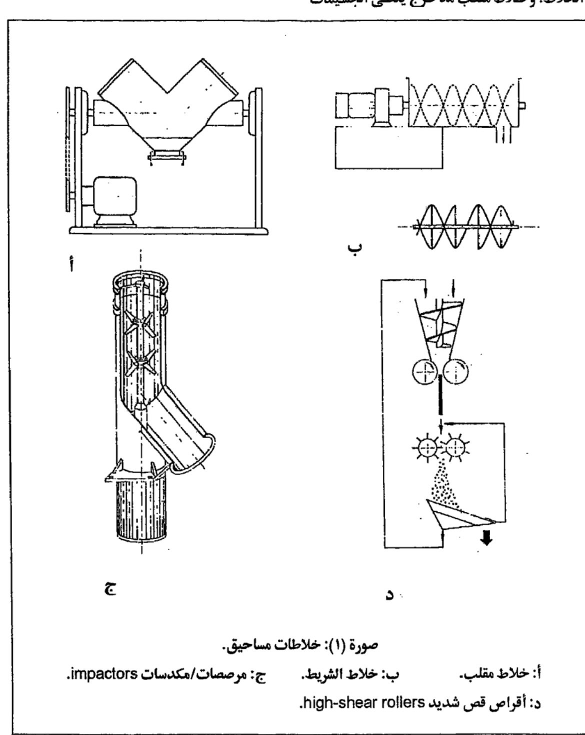
٢- الوَشْل percolation: إن الجسيمات الصغيرة الكثيفة لها المقدرة والحركة على أن تَشِل percolate خلال كتلة مفككة من الجسيمات. وأحد الطرق الشديدة فى الفصل segregating تحدث عندما تسقط الأجسام إلى أسفل فى سطح مائل.

وعندما تصب الجسيمات فى كومة فإن الجسيمات الأخشن تتدحرج roll إلى الطرف من الكومة بينما الجسيمات الناعمة تَشِلُ percolate خلال الوجه المتحرك من الكومة لتكون القلب المركزى. والسطح المتقلب rolling plane يمكن ملاحظته فى القواديس والأسطوانات والأكياس والعبوات عندما تملأ أو تفرغ أو عندما تدحرج إسطوانة مسحوق. ونوع آخر من الفصل الوَشْلى segregating percolation يحدث عندما يهز مسحوق مفكك فإن الجسيمات الخشنة تميل إلى أن ترتفع إلى أعلا السطح فى حين تميل الجسيمات الناعمة إلى الوَشْل إلى أسفل الوعاء. ومعظم عبوات المنتج تهتز فى عملية النقل بين المنتج والمستهلك وتجانس المنتج يمكن أن يهدم فى هذه العملية.

٣- الترويق elutriation: إذا مرر غاز خلال مخلوط مساحيق مفكك فإن الجسيمات الصغيرة تميل إلى أن تنفخ رائقة أو مروقة elutriated من المخلوط. وهذه العملية تحدث عندما تمتلىء الحاويات فالمسحوق يحل محل الهواء عندما يحدث الملء والهواء يروق الجسيمات الأنعم وهذه إما تنفخ رائقة أو تترسب مرة ثانية على سطح الحاوية.

ولما كانت حتى الإختلافات الصغيرة فى حجم الجسيم وشكله وكثافته يمكن أن تنتج فصلاً segregation جوهرياً فإن أحسن طريقة لمنع أو تقليل الفصل جوهرياً هو ببناء ميكانيزم تركيبى فى إنسياب المسحوق بطريقة ما. وهذا يمكن عمله بإنقاص متوسط حجم الجسيم أو إضافة مادة ليفية أو رقائقية fibrous or flake-like material أو إضافة بعض الرطوبة. وإذا لم يكن ذلك ممكناً فإن الفصل segregation يمكن أن يقلل إلى أقل حد ممكن بإختبار جيد للخلاط أو مناولة المخلوط.

ولمخلوط حر الإنسياب فإن فلسفة إختيار الخلاط يجب أن تكون تقليل – إلى أقل حد ممكن – فرصة الجسيمات لإختيار طريقها الخاص فى الحركة بفرض إزاحة displacement الجسيمات بواسطة الخلاط. وخلاط مقلب مدحرج يعطى الجسيمات الحرية وهذا غير مرغوب، فى حين أن خلاطاً ribbon أو مجدافاً خلاطاً paddle mixer يدفع ويُرَحِل مجموعات من الجسيمات، وهذا مفضل (الصورة ١).



صورة (١): خلاطات مساحيق.

أ: خلاط مقلب. ب: خلاط الشريط. ج: مرصصات/مكدسات impactors.

د: أقراص قص شديد high-shear rollers.

وفى هذا النوع من الخلاطات يجب الإنتباه لطريقة تفريغ الخلاط لأن عملية التفريغ يمكنها أن تفصل segregate مخلوطاً مقبولاً عند خروج المخلوط. وأحسن شىء للمخلوط حر الإنسياب free-flowing mixture أن يعبأ مباشرة بعد الخروج من الخلاط لأن أى شىء متوسط مابين الخروج والتعبئة يمكن أن يهدم جودة المخلوط.

ب) المساحيق المتماسكة cohesive powders

المساحيق المتماسكة لها خواص غير جذابة فهى تنساب بسوء ويمكنها إزعاج خط التعبئة ولايمكن بسهولة قياسها فى عملية خلط. ويمكنها أن تكون غباراً واحتمالاتها خطرة وهى مصدر ممكن للتلوث من الدفعات ولها مظهر غير جذاب.

ولكن من نقطة الخلط فالمساحيق المتماسكة cohesive powders لهـا ميزتان كبيرتان فالتركيب التركيبى يثبط الفصل segregation والجسيمات المكونة الصغيرة نسبياً تعطى قواماً ناعماً.

وهى لها حركة فقيرة لأن كل جسيم يرتبط فى تركيب مع مجاوراته ولايمكن تحريكه مستقلاً بسهولة وإذا كانت الجسيمات لاتتحرك مستقلة فإنها لاتستطيع الإنفصال segregate بالطريقة المرتبطة بالمخاليط حرة الإنسياب free-flowing mixtures وجودة المخلوط تتعزز. والتركيب يُعَزَّز عندما تكون الجسيمات صغيرة وينقصها الوزن للوقوع الحر من التركيب. كذلك فإن الجسيمات الصغيرة تعطى فرصة إحصائية أحسن لتحقيق جودة مخلوط عالية.

وعموماً فإنه من الصعب إنتاج مخلوط سىء مع مسحوق متماسك cohesive powder عنه مع مسحوق حر الإنسياب free-flowing. ومع التحرك الناقص المرتبط بالتماسك cohesivity فإن الخلط يكون عملية أبطأ ولكنها بعكس الإنسياب الحر free-flowing فإن عملية الخلط تكون غير عكسية. والمشكلتان الأساسيتان مع خلط مساحيق التماسك cohesive powder تتصلان بمقدرة التركيب للمسحوق. فمن الصعب لمساحيق التماسك cohesive powders أن تتعطل فى المسافات الميتة فى الخلاط وتعزل من عملية الخلط وكشط جيد لازم. والمشكلة الثانية تتصل بقوة التركيب بين الجسيمات. فإذا كان الخلاط لايفرض قوة تكسير أكبر من قوة التركيب فإن التجمعات لمكون ما يمكنها المرور خلال عملية الخلط بدون الإنتشار. والتجمعات يمكن أن تنتشر بكفاءة خلال حجم المخلوط ولكنها لاتنتج نفس التركيب الذى تنتجه الجسيمات المنتشرة. وحيث كانت فلسفة المساحيق حرة الإنسياب هى إعاقة حرية حركة الجسيمات فإن فلسفة المساحيق المتماسكة يجب أن تكون تشجيع الجسيمات على إعادة تكرار التحرر من التركيب المجاور. وفى المساحيق المتماسكة cohesive powders فإن دحرجة rolling لطيفة ونشاط الكسر للخلاط المقلب قد تكون كافية لتسبب إعادة التركيب. ولأنظمة متماسكة قوية أو تجمعية فإنه ربما كان من الضرورى زيادة جوهرية فى الطاقة المدخلة فى العملية عن طريق إضافة مرصصات/مكدسات impactors أو

مشددات (مزيدات الشدة) intensifiers أو بتخليق منطقة خلط قَصِّى عالٍ فى الخلاط (الصورة ١).

• قوام مخاليط المساحيق

the texture of powder mixtures

– قياس التفحص scale of scrutiny

إن من الضرورى تحديد أقل وزن من مخاليط المسحوق الذى يستخدمه المستهلك فى "تطبيق" application واحد. وهذا الوزن يشار إليه كثيراً بأنه المطلوب لقياس التفحص scale of scrutiny للمخلوط. وجودة المخلوط حساسة لقياس التفحص وكلما صغر القياس كلما كانت الصعوبة أكبر فى الحصول على جودة مخلوط مرضية.

وتحديد قياس التفحص scale of scrutiny هو عملية غالباً مستقيمة فإذا كان هناك كُيَّس sachet من مسحوق شوربة مجففة وفرغت بالكامل فى حلة من ماء مغلى فجودة الشوربة تحدد بوزن وجودة المسحوق الموجود فى كييس واحد وهذا هو قياس التفحص scale of scrutiny. وإذا استعمل كأس بدلاً من حلة فإن قياس التفحص scale of scrutiny ينقص وممكن أن الخلاط لايستطيع مقابلة متطلبات الجودة العالية الجديدة.

ومشكلة جوهرية تنتج إذا كان وزن العبوة المعطاة للمستهلك أكبر من قياس التفحص scale of scrutiny للمستهلك فيمكن أن المستهلك يعمل حلتين صغيرتين من الشوربة من كيس واحد أو بعمل عدة سلطانيات من الميوزلى muesli من عبوة واحدة packet. فالمنتج يملأ الكُيَّس أو العبوة بمخلوط مرض ولكن فى النقل والصب فإن المحتويات قد تنفصل segregate. والذى يصل إلى المستهلك مخلوط غير مرض عندما تنقسم الكمية الأصلية. فمن المرغوب إيصال المخلوط إلى المستهلك فى كميات معبأة مماثلة لقياس التفحص scale of scrutiny للمستهلك.

وكما أن قياس التفحص scale of scrutiny هو وزن المخلوط المقدر بواسطة المستهلك لتحديد الجودة، فكذلك هو وزن العينة الذى يأخذه المنتج للتقدير الإحصائى للجودة.

– التقدير الأحصائى للجودة

the statistical assesament of quality

إذا سحبت عينات من عدة نقاط فى مخلوط وحللت منفصلة للتكوين فإن التباين variance (س^٢^م S^2_{ex}) لهذه العينات يمكن تقديره. وتباين كبير يبين مخلوطاً فقيراً. وفى شكل الإنحراف القياسى standard deviation فإن هذه القيمة الإحصائية يمكن إستخدامها للتنبؤ بعدد عبوات المنتج التى تكون خارج حدود التكوين المطلوب. ومن بيانات الخلط فإن التباين variance التجريبى يمكن إستخدامه أيضاً للتنبؤ بأقل وقت خلط أو بوجود فصل. والعملية تبين ثلاث حالات خلط ممكنة لمخلوط مزدوج من جسيمات ذات حجم واحد. والحالة غير المخلوطة لها أكبر تباين (س^٢^صفر S^2_0). وفى معظم الظروف فإنه أحسن مخلوط يمكن الحصول عليه يكون المخلوط الإعتباطى randomized (س^٢^ع S^2_R). وإذا حصل فصل فإن التباين س^٢^ع S^2_R لايتوصل إليه والمنتج يكون له قيمة تباين أعلا.

وفى النظام المزدوج للجسيمات ذات الحجم الواحد فإن حدود التباين يمكن التنبؤ بها.

س^٢ صفر = ب ك $\quad S_0^2 = p\,q \quad$ (١)

س^٢ ع = ب ك / أ $\quad S_R^2 = p\,q / A \quad$ (٢)

حيث: ب p ، ك q نسب كل من المكونين،

أ عدد الجسيمات فى حجم عينة معطى أو قياس التفحص scale of scrutiny.

والمعادلة (٢) تبين أهمية قياس التفحص scale of scrutiny أو جودة المخلوط mixture quality. وقياس تفحص scale of scrutiny كبير يعطى قيمة عالية لـ أ A وتباين منخفض محتمل (س^٢ ع S_R^2). وإذا كان الوزن أو قياس التفحص scale of scrutiny ثابتاً فإن بديلاً لخفض التباين المحتمل هو خفض حجم الجسيم، وبالتالى زيادة قيمة أ A. وهذا تقدير كمى لقيمة خلط الجسيمات المتماسكة cohesive particles كوسيلة لتحسين القوام. بينما هناك علاقة يمكن تحديدها بين حالة الخلط الإعتباطى وحجم العينة فإن هذه العلاقة لاتكون صحيحة لحالات الخلط الأخرى وللأنظمة غير المختلطة تماماً فقيمة التباين س^٢ صفر S_0^2 تكون مستقلة عن حجم العينة. وعدم المقدرة على ربط الجودة بحجم العينة لحالات الخلط المتوسطة يجعل من الصعب جداً التنبؤ بتأثير جودة المخلوط الناتج على قياس التفحص scale of scrutiny إلى أعلا أو أسفل.

ويمكن إستخدام المعادلتين (١)، (٢) مع التباين المقاس تجريبياً س^٢ م S_{ex}^2 لإعطاء دليل خلط د M والدليل العام هو:

د = (س^٢ صفر − س^٢ م) ÷ (س^٢ صفر − س^٢ ع)

= (كم تقدم المخلوط) ÷ (كم يمكن أن يتقدم المخلوط)

$$M = \frac{(S_0^2 - S_{ex}^2)}{(S_0^2 - S_R^2)}$$

$$= \frac{\text{(how far the mixture has progressed)}}{\text{(how far the mixture could progress)}}$$

وفى هذه الحالة د = صفر M=0 تكون لعدم خلط no mixing ، د = ١ M=1 عندما يكون المخلوط مخلوطاً إعتباطياً. وتوقيع لـ د M ضد الزمن يبين أقل وقت خلط ممكن.

والمعادلتان (١)، (٢) موجودتان لعدة مكونات وعدة جسيمات ذات أحجام مختلفة. والمعادلات أكثر تعقيداً ولكن الأسس واحدة. وعندما توضع الأرقام لأنظمة حقيقية فإن بعض الإستنتاجات العامة تصبح واضحة:

١- إن بعض الجسيمات الكبيرة القليلة فى مكون لها تأثير جوهرى على جودة المخلوط التى يمكن الحصول عليها. وهذا تأثير هام خاصة للمكونات الصغيرة ويبين أهمية الإحتفاظ بضبط محكم على أى عمليات مسبقة والتى قد تؤثر على توزيع حجم مكونات المخلوط.

٢- لمخلوط عديد المكونات فإن التوزيع الإعتباطى لمكون واحد لايؤكد أن المكونات الأخرى ستوزع إعتباطياً. ومن الضرورى عمل تحليل إحصائى منفرد على الأقل للمكونات المفاتيح.

٣- مشتقات المعادلتين (١)، (٢) يمكن عمل حسابات لضمان أن عملية الخلط لاتحاول المستحيل. فعندما يكون المنتج عند قياس التفحص scale of scrutiny يحتوى على

عدد جسيمات قليلة لمكون واحد (أقل من ٥٠٠ مثلاً) فإن إنتشار عدد الجسيمات فى العينة يمكن حسابه وضبطه مع متطلبات التسويق. وأمثلة على هذه الحسابات يمكن أن تكون رقاقات الشيكولاتة على بسكويتة وعدد السجق فى علبة سجق وعدد عش الغراب فى كييس شوربة.

وإذا أعطى المرء قياس التفحص scale of scrutiny ونسبة وزن المكونات وشكل الجسيم وكثافته وحجم توزيع المكونات فإن الجودة التى يمكن الوصول إليها للمخلوط يمكن حسابها. وهذه ربما لايتوصل إليها بسبب الفصل segregation ولكنها تمكننا من تقدير مدى الجودة الممكنة وتقارن متطلبات التسويق بدون عمل أى إختبار تجريبى.

إختبار الخلاطات the testing of mixers

إن إختبار الخلاط بتكوين مسحوق معين هو عملية طويلة ومكلفة وبالأحسن تجنبها وبالأسوأ تتم بالإستخدام الكفء للزمن والمجهود. وأول خطوة هى حساب قيمة س^٢_ع S_R^2 لتكوين مخلوط عند قياس تفحص scale of scrutiny معين والتأكد من أن جودة المخلوط المطلوب يمكن الحصول عليها. وثانى شىء هو إختبار جودة المخلوط عند خروجه من الخلاط ويكون معداً للتعبئة بدلاً من فى الخلاط نفسه. وهذا مهم على الأخص لتكوينات مسحوق الإنسياب الحر free-flowing powder. وكل طرق الإختبار تتطلب أن العينات تؤخذ من المخلوط ثم تقدر لقيمة تباين تجريبى س^٢_م S_{ex}^2

أو لعملية إحصائية جارية. وبالأخص لمساحيق الإنسياب الحر free-flowing powders فإن طرق أخذ العينات هذه تكون معرضة جداً للتحيز وإذا حدث هذا فإن مجهوداً كبيراً يمكن أن يهدر.

أخذ العينات من المخاليط
sampling of mixtures

كمية العينة المزالة من عند نقطة فى خروج المخلوط يجب أن تكون تلك الخاصة بقياس التفحص scale of scrutiny. وعينة أكبر تعطى قياساً متفائلاً للجودة والعينة الأصغر تعطى قياساً متشائماً. ومن المهم الإحتفاظ بهوية كل عينة مسحوبة من المخلوط ويعمل تحليل حجمى bulk analysis لكل عينة مأخوذة. وكثيراً من سوء التفاهم يحدث مابين أقسام الإنتاج وضمان الجودة عندما تكون كمية المادة المطلوبة للتحليل أقل من قياس التفحص scale of scrutiny للمخلوط فهذا يقلل من كفاءة قياس التفحص scale of scrutiny ويزيد من التباين بين العينات ويبين جودة خلط فقيرة. ومثالياً فالتحليل يجب أن يعمل على العينة كلها ولكن إذا كان هذا غير ممكن فإن العينة يجب أن تخفض إلى الكمية المطلوبة للتحليل.

والقرارات الفقيرة على أين وكيف تؤخذ العينات يمكن أن ينتج عنه تقديرت متحيزة جوهرية لتكوين العينة وجودة المخلوط وهذا خاصة مع مساحيق الإنسياب الحر free-flowing powders والتى هى معرضة للفصل segregation.

وإذا لم تُعطَ تعليمات كافية لمُشَغِل العملية من حيث مكان أخذ العينة فإن عينة ملاءمة ستؤخذ

وهذا سيكون من على سطح الإسطوانة أو مجاورة لصمام أو أقرب مايمكن لغرفة الضبط وستكون غير ممثلة للمادة. وإختبار إعتباطي بسيط بإستخدام أعداد إعتباطية هو أحسن طريقة إحصائية لتحديد عينات ممثلة ولكن في طريقة أخذ عينات روتينية قد يكون هذا غير ملائم. وعملية أخذ عينات منظمة/منهجية systematic والتي تحدد العينات عند فترات زمن ثابتة هي عملية إختيار أسهل في الإستخدام ولكن يجب ملاحظة عدم إختيار تكرار عينة تنطبق على التكرار الطبيعي للعملية.

وعادة يستخدم المسبر لأخذ عينات من مكان مختار في المسحوق. ولمسحوق حر الإنسياب free-flowing powder من السهل بيان أن هذا الأخذ متحيز جداً.

والقواعد التي يجب إتباعها لتقليل التحيز إلى أقل حد ممكن في أخذ العينات هي:

١- أخذ العينات من تيار منساب وليس من حجم المسحوق فالمخلوط يجب أن تؤخذ عينته عند الخروج من الخلاط وليس في الوضع الأصلي *in situ*.

٢- أخذ عينة من القطاع كله للمسحوق المنساب للسماح بأي فصل عبر التيار المنساب.

٣- أخذ أي عدد من العينات عند قياس التفحص scale of scrutiny المطلوب لأن هذا يحسن من الدقة الإحصائية لتقديرات الجودة. ولتقدير دقة جودة مخلوط فليس هناك معنى لأخذ أقل من ١٠ عينات.

يمكن الحصول على منفعة كبرى عند أخذ عينات في زمن متعاقب، بتوقيع التكوين ضد الزمن للحصول على بروفيل الخروج discharge profile للنظام. وتباين المخلوط س٢م S^2_{ex} يمكن حسابه (للمخلوط) ولكن بروفيل الخروج كثيراً مايظهر تباينات دائرية cyclical variations في المنتج والتي يمكن أن ينتج عنها تحسينات في العملية وإقتصاد في مجهود أخذ العينات.

(Macrae)

سحلب/خصي الثعلب/قاتل أخيه/آدم وحواء salep

الإسم العلمي	*Orchis maculata*
الفصيلة/العائلة: سحلبيات	Orchidaceae

أعشاب معمرة، وما يشرب هو مسحوق الدرنات. وهو متوسط الارتفاع. له ساق مبروم تلتصق به أوراق طولانية غزيرة مبقعة ببقع سمراء. والدرنة تسلق وتجفف ثم تسحق وهذا هو السحلب.

(الشهابي وأمين رويحة)

والورقة بها ٤٠-٥٠٪ مادة غروية، ٢٧-٣١٪ نشا، ١٣٪ ديكسترين وبروتين ومعادن وسكر وزيت طيار. (قدامة)

سدر

سدر/شجرة النبق nabk/Christ's thorn

أنظر: نبق

سرفيل/مقدونس أفرنجي chervil

الإسم العلمي	*Anthriscus cerefolium*
الفصيلة/العائلة: الخيمية	Umbelliferae

بعض أوصاف

قد تصل إلى ٥٠ - ٦٠سم ولكن ينصح بقطفها عند علو ٢٥ - ٣٠سم قبل الإزهار حتى لاتفقد صلاحيتها كتابل.

الإستخدام

تستخدم عادة غضة طازجة ومذاقها يشبه الآنسون قليلاً مع حلاوة. ويمكن تحضير حساء لذيذ منها كما يستخدم فى السندوتش كما قد يخلط مع أعشاب أخرى بالزبدة ويصلح مع سلطة الطماطم والجبن وبعض أطعمة البيض (مخفوق وعجة) مع الأسماك. ويجفف على هيئة مسحوق.

وهو مدر للبول. (الشهابى وأمين رويحة)

---

cerebrosides سربروسيدات

أنظر: دهن

---

sardines سردين

أنظر: سمك

سرط

crab سرطان

أنظر: أسماك صدفية

---

orach سرمق

الإسم العلمى *Atriplex hortensis*

الفصيلة/العائلة: سرمقيات

بعض أوصاف

هى خضر مثل السبانخ وهو قوى قد يتفرع حوالى ٣-٥ قدم فى الطول وله أوراق لها سيقان مثلثة إلى بيضية وقد تكون خضراء. والنوع *A. h. rubra* حمراء.

وتحضر الأوراق القاعدية قبل تزهير السيقان. ويطبخ مثل السبانخ وقد يطبخ معه الحماض sorrel أو الهندباء البرية dandelion لطعمه المعدوم. (Everett)

سعتر/صعتر

١) سعتر معروف أو شائع

garden thyme/common thyme

الإسم العلمى *Thymus vulgaris*

الفصيلةالعائلة: الشفوية Labiatae

سعتر تطلق على ثلاثة أجناس متقاربة هى *Thymus* و *Origanum* و *Satureia*.

(الشهابى)

بعض أوصاف

عشبة يبلغ إرتفاعها ٤٠ سم، ساقها كثيرة الفروع خشبية القوام أوراقها صغيرة تنبت مباشرة من الساق وفروعه مطوية ومكسوة على سطحها الأسفل بشعيرات فضية دقيقة ولها رائحة عطرية خاصة وأزهارها صغيرة خفيفة الحمرة.

الإستخدام

تستعمل طازجة أو مجففة بمقادير صغيرة حتى لايطغى مذاقها الحاد على مذاق غيرها. وهى تحسن مذاق لحم البقر ولحم الصيد البرى والأسماك والطيور وعش الغراب والحساء المركز والبطاطس المقلى والكبد. وفى السلطات الخضراء

والطماطم والكرفس والصلصات يستخدم السعتر الطازج وكذلك مع المخللات.

وللتجفيف تقطع الأغصان المزهرة فوق بسطح الأرض بنحو ٨ - ١٠سم وتربط معاً فى حزم صغيرة وتجفف هوائياً فى الظل وبعد الجفاف تفرط الأوراق وتخزن فى إناء محكم السد وقد تسحق وتخزن.

والسعتر يقوى الأعصاب ويسهل الهضم ويستخدم فى علاج النزلات المعوية وإلتهاب الرئة والسعال الديكى. وزيت السعتر يعمل على طرد الديدان المعوية. والمواد الفعالة زيت طيار مع تيمول thymol. (أمين رويحة والشنهابى).

٢) سعتر برى/نمّام/سيسنبو creeping thyme/ wild thyme/mother of thyme

الإسم العلمى *Thymus serphyllum*

بعض أوصاف

عشبة يبلغ طولها حوالى ٢٠سم أفرعها زاحفة وغزيرة وأوراقها صغيرة ومتقابلة بيضاوية تنبت من الفرع مباشرة أو بساق قصيرة وأزهارها مجموعات رأسية صغيرة بنفسجية اللون.

الإستخدام

الأوراق والأجزاء الصغيرة النامية تستخدم كتابل. وطبياً تستخدم الأكياس المملوءة بالعشبة الغضة والساخنة لتسكين آلام المرارة. كما يعالج به إلتهابات حلمة المرضع وتسلخات الأطفال ولغسيل العين والمضمضة.

وشربه يطهر جهازى التنفس والهضم والسعال والسعال الديكى. (الشهابى وأمين رويحة)

سفرجل quince

الإسم العلمى *Cydonia oblonga*

الفصيلة/العائلة: الوردية Rosaceae

بعض أوصاف

صعبة الأكل ولكنها تصلح لعمل الجيلى والمربى والمحفوظات.

وهى شجرة بطيئة النمو أزهارها بيضاء ولاتزيد عن ١٥ قدما تكون رأساً مزدحماً.

والحصاد يتم عندما تكون الثمار كاملة النضج ويتبين ذلك بإستعدادها لترك الشجرة عندما ترفع برقة إلى وضع أفقى وهى تكون فواحة. وتجمع الثمار بقطعة من القماش وتفرز فى مكان بارد خالى من الصقيع ولاتحفظ مع تفاح أو كمثرى وإلا أعطتها رائحتها.

سفرجل هندى/ قشدة *Annona*

الفصيلة/العائلة: قشدية/برومبلية

Annonaceae (anona)

لها عدة أنواع منها: cherimoya ، sweet sop ، bullock's heart ، custard apple ، ilama ، pond-apple، sour sop، atemoya، sugar apple. وهى أسماء تتبادل بين الأنواع المختلفة.

وتزرع فى المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية وهى أشجار متساقطة أو خضراء دائمة وأعشاب ولها خضرة رفيعة جلدية وأزهار وحيدة أو معنقدة بيضاء

أو صفراء. والثمار كبيرة لحمية وكل ثمرة مجموعة من ثمار مدفونة وموحدة في الساق التي تحملها. والأوراق عطرية عندما تسحق وهي تؤكل طازجة (sour sop, sweet sop, atemoya, cherimoya)
أما ثمار bullock's heart والأنونا البيضاء فتصلح للمشروبات والمثلوجات والكسترد.

والـ A. cherimo لها ثمار مثل الكسترد ونكهتها مابين الأناناس والموز وهي بيضاوية إلى مستديرة ٣ - ٨ بوصة ناعمة أو مغطاه بعقد صغير وصفراء أو خضراء فاتحة تزن حوالي ١ رطل ولحمها الأبيض به بذور بنية غامقة إلى سوداء ومكرمشة. وقد تصل إلى ٢٥ قدماً.

أما الـ sour sop أو جونايانا A.muricata فهي دائمة الخضرة تصل إلى ٣٠ قدماً ولها أفرع أفقية أو نازلة إلى أسفل وأوراقها مستطيلة إهليلجية لامعة مع قاعدة عريضة. والثمار قد تصل إلى ١ قدم في الطول وتزن ٣ - ٨ رطل وتشبه الأناناس بدون نهايات خضراء. ولحمها أبيض قطني حامضي يحتوي بذوراً سوداء حوالي ١ بوصة في الطول.

و الـ A. montana ثمارها مستديرة تقريباً لاتزيد عن ٦ بوصة في القطر لها أشواك مستقيمة وتحتوي لباً أبيض أو مصفراً وبذوراً مسمرة tan.

و الـ sweet sop أو sugar-apple (A. squamosa) فمتساقطة الأوراق تصل إلى ٢٠ قدم مع أفرع رقيقة طويلة تتجه إلى أعلا وإن نزلت إلى أسفل في النهاية. ولها ثمار في شكل القلب إلى بيضية ٢-٥ بوصة في الطول ولحمها الذي يشبه الكسترد لونه من مصفر إلى أبيض.

والـ custard apple أو bullock's heart (A. reticulata) وتسمى أحياناً cherimoya فصفراء دائمة جزئياً إلى متساقطة الأوراق وثمارها شكلها مثل القلب ولونها من مسمرة tan إلى بني محمر طولها إلى ٥ بوصة وتصل إلى ١-٢ رطل في الوزن ولها سطح غير ناعم كثير الكتل lumpy ولحمها كريمي-أبيض.

والأنونا البيضاء llama (A. diversifolia) طولها يصل إلى ٢٥ قدماً ولها لحاء وأوراق عطرة والثمار تشبه القلب إلى مستديرة تقريباً والثمار كثيرة الكتل lumpy طولها حوالي ٦ بوصة وتحتوي لحماً كريمياً أو وردياً وبذوراً بنية خفيفة طولها حوالي ١ بوصة.

و الـ pond apple (A. glabra) حوالي ٤٠ قدم خضراء مسمرة. والثمار بيضية مصفرة إلى ٤ بوصة في الطول وهي غير محبوبة في الأكل.

والأتيمويا atemoya (A. hybrids) حساسة لدرجات الحرارة المنخفضة فلاتنضج كما ينبغي ولكنها تنتج ثماراً ممتازة.

النضج والجودة والتخزين

تحصد الثمار عندما تنضج ويتغير لون الجلد من أخضر غامق إلى أخضر ويصبح أكثر نعومة. وتبلغ

المواد الصلبة الكلية ١٨ – ٢٨٪ عند النضج. ومعظم الفاكهة تتأثر أو تتضرر بالمناولة الخشنة وهى تدرج بالحجم باليد وترص فى صوانى ذات طبقة واحدة للشحن. والشيروممايا chiromaya والأتيمويا atemoya تنتج قمتين من إنتاج ك أ٫ وتعتبر قد وصلت للنضج عندما تطرى وتعطى عبيراً لطيفاً ونكهة عند إبتداء القمة الثانية من إنتاج ك أ٫. وتخزن على ١٣ – ١٦°م لمدة ٢ أسبوع والتخزين تحت ١٣°م يحدث ضرر البرودة حيث يسود الجلد ويتغير لون القلب وتتكون بقع مائية فى لحم الثمرة وبعد إزالتها من التخزين فإن الثمرة لاتنضج بجودة. أما الثمار التى ستستخدم فى المعاملة فيمكن تخزينها مابين ٥ ، ١٠°م لمدة أسبوع. ويمكن تبريد الثمار على ١٠°م لمدة ١٨ ساعة قبل الشحن على درجات حرارة الجو المحيط فتعيش ٣ – ٤ أيام زيادة. وبسبب وجود ثغور على سطح الفاكهة فهى تفقد ماءاً كثيراً أثناء التخزين.

الإستخدام كغذاء

تؤكل طازجة وصنف الأتيمويا وسكر التفاح/قشدة شبكية sugar-apple وهى حلوة تعزز بنقاط من عصير الليمون lime والسورسوب/قشدة شائكة sour sop تصلح إذا قل ماتحتويه من حمض ومن ألياف. وأحسن الفواكه ماتم إنضاجه على ١٧ – ٢٠°م ثم وضع فى الثلاجة ليبرد قبل الأكل. وبعد يوم واحد من الشعور بأى طراوة يكون اللب أحسن من حيث الأكل والمعاملة وكذلك يكون له المظهر واللون والنكهة والقوام الجيد.

المنتجات المعاملة

الأتيمويا والشيريمويا والسورسوب يمكن إستخدامها فى الجيلاتى والزبادى. وعصير السورسوب يمكن تعليبه حيث أنه أعلا فى الحموضة. والأصناف الأقل فى الألياف أحسن فى المعاملة. ويمرر اللب فى مصافى دقيقة (٢٠٠٠٠ – ١٠٠٠٠ ميكرومتر) وتجنس وتجفف كقمر الدين وتعمل مربات وجيلى وتستخدم فى أغراض غير الأكل كإنتاج الصابون وزيوت الطبخ والزيوت الطيارة والأعشاب الطبية وكحول وأدوية الإخصاب ومبيدات الحشرات.

إنتاج اللب

ليس سهلاً إنتاج اللب لأنها عند النضج تكون طرية وتنكسر إذا مررت خلال المصافى. والجلد عالى فى عديد الفينولات كما يعطى لوناً بنياً سريعاً ونكهة غير مرغوبة. والتسخين والبسترة يؤثر كثيراً على نكهة اللب ومع ذلك يمكن بخلطها مع ١٥٠٠ – ٢٠٠٠ مجم/كجم حمض اسكوربيك أو ٥٠٠جم/كجم ميتابيكبريتيت البوتاسيوم حفظها لمدة ١٢٠ يوماً مع التجميد وبدون سلق. واللب المعامل بفيتامين ج يكون لونه وردياً أما المعامل بالميتابيكبريتيت فيبقى براقاً.

القيمة الغذائية

الفاكهة غنية بالنشا عندما تكون متماسكة ولكنها تزيد فى السكر بطراوتها والسكريات هى أساساً الجلوكوز والفركتوز (٨٠ – ٩٠٪). وتحتوى بعض الفينولات مع زيادة عمل إنزيم البيروكسيداز مما يسبب أكسدة اللب. والجزء المتطاير يتكون من كحول واسترات

وكربونيلات وايدروكربونات. وهي تحتوى على كميات جوهرية من فيتامين ج والثيامين والبوتاسيوم والمغنسيوم والألياف الغذائية ويعطي اللب ٣٠٠ كيلوجول/١٠٠جم وهذا ضعف الخوخ والبرتقال والتفاح (جدول ١).

جدول (١): التكوين الكيماوى والتغذوى لبعض أصناف الـ *Annona* (لكل ١٠٠ جم من الفاكهة الناضجة).

المكـــــون		تشيريمويا	اتيمويا	قشدة شبكية/ سكر التفاح	قشدة شائكة/ سورسوب
الماء	(جم)	٨٢,٨–٧٤,٦	٧٨,٧–٧١,٥	٧٩,٠–٧٢,٥	٨٤,٠–٧٧,٩
ألياف	(جم)	٤,٣–١,٥	٢,٥٠–٠,٠٥	١,٦–١,٠	١,٢–٠,٨
نشا	(جم)	–	١٠١	–	–
سكر	(جم)	١٥,٠–١٢,٠	١٨,١	١٤,٦	١٢,٥–١٠,٤
رماد	(جم)	١,٠–٠,٦	٠,٧٥–٠,٤٠	١,٤–٠,٤	٠,٩–٠,٦
دهن	(جم)	٠,٤–٠,١	٠,٦–٠,٤	٠,٦–٠,٤	١,٠–٠,٦
بروتين	(جم)	٢,٤–١,٠	١,٤–١,١	٢,٤–١,٣	١,٧–٠,٧
حموضة كلية كحمض ستريك		٠,٥٠–٠,١٧	٠,٦–٠,٢	–	١,٣–٠,٩
جيد		٤,٨–٣,٩	٥,١–٤,٤	٤,٨–٣,٩	٤,٨–٣,٦
الطاقة	(كيلوجول)	–	٣٩٤–٣١٠	٣٩٨–٣٦٨	٢٩٧–٢٦٧
حمض اسكوربيك	(مجم)	١٦,٨–٤,٣	٥٠	٥١–١٠	٣٢–١٣
كاروتين	(مجم)	صفر–٠,٠٢	صفر–٠,٠٢	٠,٠١	صفر–٠,٠١
ثيامين	(مجم)	٠,١٣–٠,٠٦	٠,٠٥	٠,١٧–٠,١١	٠,١١–٠,٠٥
ريبوفلافين	(مجم)	٠,١٥–٠,١١	٠,٠٧	٠,١٦–٠,٠٨	٠,٠٥–٠,٠٣
حمض نيكوتينيك	(مجم)	٢,٠٣–٠,٧٣	٠,٨	١,٠–٠,٧	١,٢٨–٠,٥٧
كالسيوم	(مجم)	٣٢,٠–٨,٠	١٧	٤٤,٧–١٩,٤	٢٦–٨
مغنسيوم	(مجم)	٢٧	٣٢	–	–
فوسفور	(مجم)	٤٧,٠–٣٠,٢	–	٥٥,٣–٢٣,٦	٢٩–٢٧
بوتاسيوم	(مجم)	٣٧٠–٢٩٨	٢٥٠	–	٢٦٥–١٧٩
صوديوم	(مجم)	٦–٤	٤,٥	–	١٤,٠–٩,٠
خارصين	(مجم)	–	٠,٢	–	–
حديد	(مجم)	٠,٨	٠,٣	٠,٣٦–٠,٢٨	٠,٨–٠,٥

(Macrae , Everett)

سفع

parboiling **سفع**

أنظر: أرز مسفوع

Saccharomyces **سكاروميسيس**

أنظر: خميرة

سكر

sugar **السكر**

يبلغ الإنتاج العالمى من السكر أكثر من ١٠٠ × ١٠^٦ طن سكر سنوياً. ويمثل قصب السكر ٦٥٪ من هذه الكمية والباقى يأتى من بنجر السكر.

sugar cane **قصب السكر**

قبيلة	Tribe: Andropogoneae
فصيلة/عائلة: النجيلية	Family: Gramineae
الجنس	Genus: *Saccharum*

والأجناس *Saccharum* و *Eriantus* (sect. Ripidium) و *Sclerostachya* و *Narenga* هى التى ذكرت كأساس لأصل قصب السكر وهى تكون مجموعة يمكن أن تتوارث وهذه مع ثلاثة أنواع من *Saccharum* (*S. officinarum* L. و *S. barberi* Jeswiet و *S. sinense* Roxb.) هى التى إستخدمت فى إنتاج السكر تجارياً. و *S. officinarum* هو الجد الأعلى لكل أصناف قصب السكر الحديثة. ووجود هذه الأنواع الثلاثة مع أقربائهم البريين *S. spontaneum* L. و *S. robustum* Brandes & Jeswiet ex Crassl كونت الأساس لتطور آلاف من الأصناف. فاليوم معظم الأصناف خليط مابين اثنين أو أكثر من أنواع الـ *Saccharum* الخمسة.

بعض أوصاف

هو حشيشة إستوائية معمرة تنمو إلى ٢.٥ - ٤ متر وسيقان ٥ سم فى القطر تفلح tiller غزيراً فى مجموعات تسمى تفرعات جذعية stool. والساق تتكون من سلاميات internodes ١٠ - ٤٠ مع الأوراق تحمل عند العقد nodes. والنورة/النظام الزهرى inflorescence كبير ومتفرع/عشكول نهائى panicle ريشى فى المظهر ولونه أبيض إلى أرجوانى. والأمراض أهمها السناج smut والصدأ rust. والوباء هى الفئران والنيماتودا ومقاومتها تكون بالتربية.

وينمو قصب السكر فى المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية الدافئة ويحتاج على الأقل لـ ٦٠سم من الأمطار ولكن يمكن أن يروى ويتكاثر تكاثراً غير جنسى بعُقل كعُقل الغرس cuttings تسمى بذر القصب seed cane والتى تحتوى على الأقل برعماً واحداً.

والحصاد إما باليد أو بالمكن وقد يحرق لإزالة متبقيات الأوراق الجافة.

والنضج يحدث عندما يبطؤ النمو ويبتدىء تخزين السكر ويتأثر بعوامل من أهمها عمر القصب والضوء الساقط ودرجة الحرارة والمطر. ويزداد إستخدام المنضجات الكيماوية منذ ١٩٧٢ عندما أستخدم

الجليفوسين glyphosine. وقد تم صمم مركبات جليموســـــاب glyphosate والمفلودابـــــد mefluidide والأيثيبون ethepon للجليموسـين والتي تستخدم لزيادة السكرور في الساق

إنتاج السكر الخام
production of raw sugar

قصب السكر يتدهور بالتخزين وعلى ذلك فهو يحول بأقل تأخير إلى سكر قصب الذي يوجد في عصير الساق ويبلغ تركيزه من ١٥٪ - ٢٠٪ سكروز. والعصير يحتوى على عدد من المكونات مثل النشا وغيره من السكريات العديدة والألياف والفلافونويدات والأنثوسيانين والبروتين والأحماض الأمينية وحمض الأكونيتيك aconitic acid وغيره من الأحماض العضوية والأملاح. والأساس في إنتاج السكر هو تبلره لأنقى مايمكن. وأول خطوة هي إنتاج السكر الخام في مصنع السكر إما بالطحن milling إو بالإنتشار diffusion. والعصير - وهو عادة يسخن - يروق بإضافة الجير لتجميع وترسيب المواد الغروية غير الذائبة ولرفع رقم ج يد إلى قرب التعادل وهذا يساعد على ثبات السكروز ثم يرشح ويركز العصير إلى سكر خام متبلر. ويتغير لون العصير من لون أخضر غامق إلى بني ذهبي بسبب التلون البني الإنزيمي وغير الإنزيمي وتبلمر الأحماض الفينولية وتفاعل مايارد والتكرمل. والجدول (١) يعطي تكوين السكر الخام. وينتج عن استخلاص السكر ثفل قصب السكر/مُصَاصة bagasse وهذا يستخدم كوقود وفي عمل الورق وكعلف كيماوي وكعلف للماشية.

ويُنتج عدد من المحليات الخاصة مثل سكر تربينادو turbinado sugar ودبس السكر molasses وسكر ديمرارا Demerara sugar وسكر مسكوفادو muscovado وسكر أبيض المزرعة وشراب قصب السكر ومجفف قصب السكر. والسكر البني والأصفر والشراب الذهبي وشراب مصنع التكرير قد يعبأ في علب أو يبستر وتعبأ السيقان في علب ويجفف دبس السكر.

(Macrae)

الجدول (١): تكوين السكر الخام.

المكون	مدى التركيز
السكروز	٩٦ - ٩٩٪
الجلوكوز	٠,٣ - ٠,٦٪
الفركتوز	٠,٣ - ٠,٦٪
الرطوبة	٠,١ - ٠,٥٪
الرماد	٠,١ - ٠,٥٪
النشا	٥٠-٤٠٠ جزء في المليون
سكريات عديدة أخرى	٨٠٠-١٥٠٠ جزء في المليون
مواد غير ذائبة	٢٠٠-٥٠٠ جزء في المليون
اللون	١٠٠٠-٣٠٠٠ وحدة*

*وحدات الجمعية الدولية لتحليل السكر الموحدة.

والسكر البني brown sugar هو سكر حبيبي دقيق مغلف بفلم رقيق من شراب غامق وقد يكون لونه من أصفر فاتح إلى بني غامق جيداً. وهو ينتج بإحدى طريقتين التبلر من شراب يختار للونه ونكهته أو تغطية بلورات السكر البيضاء بشراب القصب أو دبس السكر.

بنجر السكر sugar beet

الإسم العلمى *Beta vulgaris*

الفصيلة/العائلة: السرمقية (الشهابى)

يبلغ إنتاج السكر من بنجر السكر حوالى ٤١,٢×١٠^٦ طن من الإنتاج العالمى للسكر (١١٢,٦×١٠^٦ طن) والفرق ينتج من قصب السكر. وينمو بنجر السكر فى مختلف الأجواء من معتدل إلى بارد.

التكوين composition

بنجر السكر لكونه جذر فله محتوى عال من مركبات النتروجين عن قصب السكر ومعاملة بنجر السكر تعمل على إزالة هذه المركبات ومنع مساهمتها فى اللون والرائحة. والتكوين مهم جداً لإتاء السكر لأن المركبات غير السكرية تمنع التبلر بالتعقد مع السكروز وتحمله معها إلى بقايا دبس السكر. وكل كيلو جرام من المكونات غير السكرية لعصير بنجر السكر تستطيع حمل ٠,٦٥ – ٠,٨٥كجم من السكروز إلى دبس السكر.

بعض أوصاف

عندما ينمو بنجر السكر من البذرة فإنه يكون ثنائى الحول ويكمل نمــوه الخضرى فى السنة الأولى وإنتاج البذرة فى السنة الثانية. ولإنتاج السكر فإنه يحصد عند نهاية السنة الأولى من النمو بعد حوالى ٥ – ٦ أشهر من فترة خالية من الصقيع فى مساحة قد تبلغ الأمطار بها ٢٠ سم وهو قد يروى فى بعض المناطق.

والبذرة كانت منذ ١٩٩٤ هجين أحادى النسل monogerm تسمح بالزرع الميكانيكى وكذلك الحصاد الميكانيكى. والأحادى النسل monogerm المختار ذكر عقيم، من سلالة داخلية inbred line، والمُلَقِح عديد النسل multigerm pollinator (المختار لصفات أخرى مرغوبة) يتم تكثيره منفصلاً. والأول يزرع فى شرائح مع خط أحادى النسل الخصب المتمم. وأساس البذرة المنتج بواسطة السلالة الداخلية الذكر العقيم يمد البذرة الأم parent للصنف الهجين والتى تزرع مرة أخرى فى شرائح مع أساس بذرة من المُلَقِح. وبذرة الهجين تحصد فقط من الأم الذكر العقيم، بينما المُلَقِح يُتْلَف بعد الإزهار مباشرة.

والحصاد يتم من سبتمبر ليونيو ويتم بالمكن الذى يحصد ٤ – ٦ صفوف وحوالى ١٠٠٠ طن فى اليوم. وقد يحصد بمكن أصغر أو باليد. ويتم إزالة البنجر من الأرض وإزالة الأوراق وأحياناً جزء من الجذر العلوى مع فصل التراب والنفاية. وإزالة الأوراق من مهم أما الجزء من الجذر العلوى فهو يمثل ٦٧٪ من تركيز السكر فى الجذر الأساسى وبه حمل غير نقى وقد يحدث تجريح مما يؤدى إلى فقد سكر أكثر مابين الحصاد والمعاملة. وإذا إنخفضت درجة الحرارة عن -٥°م يقل إنتاج السكر. أما إذا تعرض المحصول لدرجات حرارة ٤٠ – ٤٥°م لعدد من الأيام فإن المحصول يتعرض للنقصان.

الحصاد

تؤخذ عينة من البنجر وتحلل لمحتوى السكر ونسبة التراب والنفاية وغيرها. ونسبة التراب

والنفاية تبلغ ١-٢٪ من الوزن وقد تصل إلى ١٠٪.

وتبلغ نسبة السكر من ١٠٪ - ٢٢٪ (الجدول ١) ويتوقف على العمليات الزراعية والصنف والمرض والجو وظروف الحصاد. وقد يجرى تقدير الشوائب التى تؤثر على التبلر ومعظمها صوديوم وبوتاسيوم والنتروجين الأمينى.

التخزين

بعد إزالة البنجر إما أن يعامل مباشرة أو يخزن لبضعة أسابيع. ويوضع فى مخازن لتخزينه لمدة طويلة (تجهز المخازن خصيصاً) ويبلغ الفقد أثناء التخزين ٠,١٥٪ كل أسبوع. فإذا خزن فى أكوام حتى ١٦٠ يوماً فإنه إما أن يحمى من الشمس بإستخدام شدات مقفولة مهواة يمكن أن تحتوى على ٩٠٠٠٠ طن أو يمكن إستخدام القش أو أغطية من لدائن مع إستعمال طرق للتهوية.

جدول (١): مكونات بنجر السكر.

المكون	المحتوى (٪)
العصير	حوالى ٩
مواد غير ذائبة	حوالى ٥
الماء المرتبط كيماوياً	حوالى ٣
مواد صلبة ذائبة	حوالى ١١-٢٥
سكروز فى الجوامد	٨٧,٥
سكروز فى البنجر	١٠-٢٢
مواد غير سكروز ذائبة فى العصير	
مواد نتروجينية عضوية	حوالى ٤٤
مركبات عضوية خالية النتروجين	٣٦
مواد غير عضوية	٢٠

والبنجر النظيف غير المكسور ودرجة حرارة الجذر أقل من ١٠°م مطلوب لضمان إنسياب الهواء والتبريد والذى يمنع التنفس الطبيعى من سخونة الكومة. وعادة الطبقة الخارجية من الكومة تتدهور إلى عمق ٥٠ سم. وقد يستخدم تهوية مدفوعة لمدة عدة أيام وهذا يتطلب عدة أيام من درجات حرارة أقل من ١٠°م لمدة ٤ - ٥ أيام.

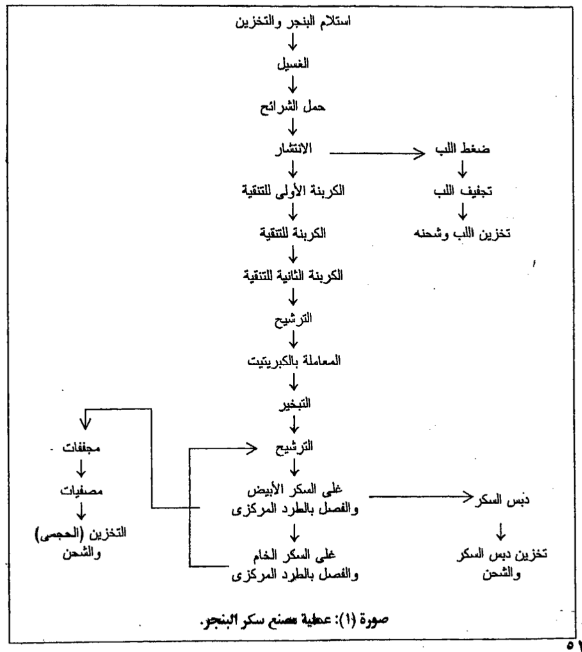
ويدخل البنجر مع مسيل flume من الماء مما يعمل على فصل الجذور عن النفاية والتراب. كما يتم غسيل البنجر أثناء هذه العملية وإن كان يتم غسيله قبل التقطيع إلى شرائح.

معاملة المصنع factory processing

بعد الغسيل يقطع البنجر إلى شرائح فى شكل حرف V حوالى ٣ سم × ٤,٥ - ٧,٢ سم وهذا الشكل يضمن أكبر مساحة سطح لإستخلاص السكر. وهذه الشرائح تدخل فى نظام عكسى مستمر للإنتشار وهذا يمكن أن يكون إسطوانة أفقية أو تنك مائل أو برج إسطوانى رأسى وكلها تتضمن نقل شرائح البنجر فى إتجاه عكسى لإتجاه الماء الساخن الذى يقوم بالإستخلاص ويستخلص ٩٨٪ من السكر. وجدر خلايا بنجر السكر تمسخ بالحرارة لتعزيز إنتشار السكر من خلايا النبات إلى المستخلص المائى ذى التركيب الأكثر إنخفاضاً فى السكر. ولب البنجر المبتل يخرج من الناشرة diffuser على حوالى ٩٢٪ رطوبة ويضغط ميكانيكياً لخفض رطوبة لب البنجر إلى ٧٦٪ وهو إما يجفف فى الهواء أو يجفف بالغاز أو الزيت أو الفحم فى إسطوانة تجفيف إلى محتوى رطوبى ١٠٪. واللب

يستخدم فى علف الحيوان وإن كان حديثاً إستخدم كألياف غذائية لحبوب الأفطار. والعصير من المنتشر (عصير المنتشرأو العصير الخام) يحتوى على ١٢٪ سكروز (وزن) مع ٢٪ شوائب ذائبة وبروتينات غروية ذائبة أو شبه ذائبة وبكتينات وسابونينات وهذا يسخن إلى ٨٥°م قبل التنقية بالجير وثانى أكسيد الكربون وتسمى هذه المعاملة الكربنة.

وفى هذه الكربنة الترويقية فإن المواد نصف الصلبة تتجمع وتترسب كأملاح غير ذائبة. وتترسب أملاح الصوديوم والبوتاسيوم لأحماض الأكساليك والماليك والستريك، أما الفوسفات والكبريتات فتترسب كأملاح غير ذائبة للكالسيوم. ولبن الجير (معلق من أيدروكسيد الكالسيوم) وثانى أكسيد الكربون فيضاف بإستمرار وفى نفس الوقت مع عصير الإنتشار فى تنك الكربنة مع وقت إحتفاظ ١٢ – ١٥ق على ٨٥ – ٨٨°م ثم يرسل العصير المعامل إلى مُرَوِّق لفصل الشوائب المترسبة. والطين من المرُوِّق يرشح على مرشحات أسطوانية دائرية تحت فراغ ويغسل لتقليل فقد السكر.



صورة (١): عملية مصنع سكر البنجر.

وينتج الجير وثاني أكسيد الكربون من صخر الجير (كربونات كالسيوم) في المصنع ويستخدم حوالي ٢٪ جير للتنقية والترويق.

والعصير المروق - عصير رفيع thin juice - ينساب إلى معاملة ثانية مع ك أ٢ لتقليل تركيز أملاح الجير. وباستخدام مكابس الترشيح تفصل كربونات الصوديوم. ويضاف كب أ٢ إلى العصير المرشح لتقليل تكون الألوان في العمليات التالية. والعصير الرفيع بعد إزالة كل الشوائب الغروية وإزالة حوالي ٣٥٪ من الشوائب الذائبة يركز من حوالي ١٣٪ مواد ذائبة (١٣° بركس) إلى حوالي ٦٠ - ٦٥٪ جوامد ذائبة في مبخرات خماسية.

والعصير السميك من المبخرات يركز ويبلر السكر في عملية ذات ثلاث مراحل: الأولى حلة فراغ مبلر تنتج سكراً أبيضاً ويفصل من السائل الأم (مغلى السكر massecurte) في طاردات مركزية ذات سلال بطريقة الدفعات حيث تغسل البلورات بالماء الساخن. أما الثاني والثالث فحلة فراغ مبلرة تنتج سكراً خاماً أقل نقاوة والتي يعاد ذوبانها بعد فصل مغلى السكر massecurte في طاردات مركزية مخروطية ذات سلال.

والسكر الأبيض ويخرج من الطاردات مبللاً يجفف في مجففات دائرية ذات هواء ساخن (محببات granulators) إلى محتوى رطوبي ٠,٠٢٪ وهذا عبارة عن سكر مكرر ٩٩,٩٦٪ نقى كنتيجة لعمليات التنقية المتتابعة بالإنتشار والترويق بالجير وثاني أكسيد الكربون والتبلر ثلاث مرات في حلل فراغ مُبَلره بالدفعات.

والسائل الأم المتحصل عليه من المبلرات ذات الحلة ذات الفراغ يجرى عليه إستنفاذ بلورات السكر تحت ظروف جوية قياسية (أنظر: أسفل). ومغلى السكر المتحصل عليه من هذه العملية هو ناتج ثانوى لدبس السكر وهو حوالي ٦٠٪ سكروز. ويمكن إجراء إزالة السكر من دبس السكر molasses desugearization بإمرار الدبس على مبادل راتنجى للأيونات يفصل السكر من المكونات الأخرى للدبس. ويمكن زيادة إنتاج السكر بمقدار ١٠٪ بهذه الطريقة.

كذلك فإن الأوراق والجذور تعاد إلى التربة كسماد أخضر والنفاية وأجزاء البنجر المتحصل عليها من المسيل flume تستخدم في تغذية المواشي. وكربونات الكالسيوم المترسبة والتي تحتوى على ١٠ - ١٥٪ مواد عضوية وفوسفات كشوائب تنتج بمعدل ٤- ٥٪ (وزن/وزن) من البنجر وتستخدم في علف الحيوان وكسماد أو تجفف للبيع.

(Macrae)

النخيل والقيقب palms & maples

إن محتوى السكروز من النسغ/العصير الخلوى sap من أشجار النخيل يختلف كثيراً ولكنه قد يزيد أحياناً على ١٠٪.

والعائلة النخيلية Palmae تحتوى على أكثر من ٢٧٠٠ نوعاً. وجوز الهند *Cocos nucifera* منتشر. ويحصل على سكر النخيل ومنتجات الألبان وسكر النخيل يعرف بإسم جاجرى jaggery. والجدول (١) يعطى بعض أهم هذه المنتجات.

جدول (١) أهم أنواع النخيل المنتجة للسكروز.

البيان	نخيل السكر sugar palm Borassus flabellifer	نخيل البلح date palm Phoenix sylvestris	نخيل جوز الهند Cocus nucifera	نخيل الساجو Caryo taurens
أين تزرع	جنوب شرق آسيا	الهند	المناطق الاستوائية	الهند وماليزيا
سنوات البزل	٢٥ – ١٠٠	٢٥ – ٩٠	٢٥ – ٣٥	١٥ – ٢٠
شجرة بالفدان	٥٠٠	٥٠٠	٨٠	١٠٠
أشهر البزل/سنة	٤ – ٦	٤ – ٦	٦	٦
عدد مرات البزل	٢/يوم	مرة كل ٣ أيام	٢–٣ مرات/يوم	٢–٣ مرات/يوم
إنتاج النسغ (لتر/يوم)	١٥ – ٢٣	٢ – ٥	٢	١٠
محتوى السكروز (٪)	١٢	١٠	١٣	١٠

إنتاج وإستخدام سكر النخيل

أوعية التجميع يجب أن تكون معقمة لمنع تلوث النسغ/العصير الخلوى بالكائنات الدقيقة وتحويل السكروز إلى جلوكوز وفركتوز. وقد يحدث هذا برفع رقم pH بإضافة الجير. وقد يرشح النسغ قبل إضافة الجير لإزالة النفايا ثم يبخر على نار مع التقليب فى حلل مفتوحة.

أشجار القيقب كمصدر للسكروز

قيقب السكر *Acer saccharum* Marsh يمثل ٧٥٪ من الإنتاج. وقيقب السكر ومعه القيقب الأسود *Acer nigrum* F. هما الصنفان المستخدمان فى إنتاج عصير القيقب.

ينساب النسغ/العصير الخلوى sap من أشجار القيقب فى أواخر الشتاء وأوائل الربيع حيث تتابع درجات حرارة التجميد ليلاً مع التيع نهاراً. وتُعْمَل حفر البزل حوالى ٩٥مم فى القطر فى الأشجار على بعد حوالى ٦٠ – ٩٠سم من الأرض لعمق حوالى ٨سم. وكل شجرة يمكنها أن تأخذ ٤ حفر تبعاً لقطرها. وتقليدياً كان يجمع النسغ بتعليق دلاء ١٥ كوارت (١٤,١٩ لتر) على الحفر ولازال هذا يستخدم إلا أنه منذ ١٩٧٠م إستخدمت شباك من أنابيب لدائن لنقل نسغ القيقب إلى مصانع تبخيره. وتوضع قُرَيصَة مضادة للكائنات الدقيقة فى الحفرة لتثبيط نمو الكائنات الدقيقة ولضمان أن الأنابيب تبقى نظيفة ومعقمة. وقد إنخفضت التكاليف بمقدار ٤٠٪ بإستخدام هذا النظام. وكل حفرة تنتج ٥ – ١٥ جالون (١٩ – ٥٧ لتراً) من النسغ كل موسم. وأربعون جالوناً (١٥١ لتراً) من النسغ مطلوبة لتعطى جالوناً (٣,٧٨٥ لتر) من شراب القيقب وعلى ذلك فإن متوسط إنتاج الحفرة هو كوارت (٠,٩٤٦ لتر) من الشراب. والشراب ينتج بغلى الماء من النسغ حتى تبلغ الجوامد (معظمها سكروز) ٦٧٪.

السكروز فى نسغ القيقب وشرابه

يحتوى النسغ على ٢٪ مواد صلبة منها ٩٧٪ سكروز والباقى مكونات عضوية وبعض الأملاح غير العضوية (الجدول ٢). وبعض المكونات الموجودة على هيئة آثار تعطى شراب القيقب رائحته ونكهته الخاصة. وهى تنتج أثناء تبخير النسغ الذى يتم تحت ظروف جوية حتى تصل نسبة السكروز ٦٨٪ وبالتبريد يتبلر سكر القيقب بسرعة.

تكرير سكر البنجر وسكر القصب
refining of sugar beet and sugar cane

إن أول مرحلة فى إنتاج السكر "سكر خام" هو الجزء المنقى جزئياً البنى المتبلر المنتج فى المصنع. ثم ينقل إلى حيث يكرر ومنه يخرج السكروز الأبيض المكرر المتبلر النقى ومن هنا يسمى سكر.

أما بنجر السكر فيزرع فى المناطق المعتدلة ومصانع معاملة سكر البنجر موجودة بالقرب من المزارع وهذه تنتج السكر الأبيض المكرر بدون خطوة السكر الخام الوسطية.

والخطوات الأساسية فى الحالتين هى إستخلاص السكر من القصب أو البنجر ليكون محلول السكر غير المنقى ثم ينقى بعدد من الطرق لإزالة الجوامد الصلبة المعلقة وكثير من الشوائب الذائبة. ثم يبخر ويبلر لإعطاء السكر المكرر الأبيض المحبب وهذا يظهر فى الصورة (١).

الجدول (٢) تركيب شراب القبقب.

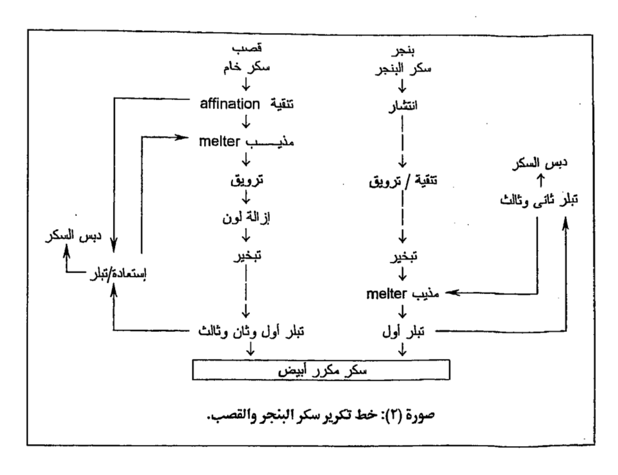
المركب	الكمية (٪)
سكروز	٦٥ – ٦٦
ماء	٣٢ – ٣٣
هكسوزان	صفر – ٧,٩
حمض ماليك	٠,٠٩٣
حمض ستريك	٠,٠١٠
حمض سكسنيك	٠,٠٠٨
حمض فيوماريك	٠,٠٠٤
رماد ذائب	٠,٠٠٣ – ٠,٨١
رماد غير ذائب	٠,٠٨ – ٠,٦٧
كالسيوم	٠,٠٧
سيليكا	٠,٠٢
منجنيز	٠,٠٠٥
صوديوم	٠,٠٠٣

(Macrae)

❖ **تحضير محلول السكر**

• **عصير بنجر السكر**

حوالى ٧,٥ طن من بنجر السكر تلزم لإنتاج ١ طن من السكر المكرر. وينقل بنجر السكر إلى المصنع مستخدماً مسيل الماء حيث تعمل أنظمة على إزالة معظم المواد الأجنبية مثل الحشائش والقش والحجر وخلافه.



صورة (٢): خط تكرير سكر البنجر والقصب.

الإنتشار diffusion: يمرر البنجر خلال مكون للشرائح الذى ينتج شرائح cossettes طويلة ورفيعة وهذه تنتقل إلى ناشر حيث يستخلص السكر بإستمرار فى تيار من الماء. وهو عادة إسطوانة رأسية حيث تنتقل الشرائح إلى أعلا بواسطة مَدْرجة scroll بينما يمر الماء إلى أسفل الأسطوانة. ويُنَّض السكر خارج الشرائح إلى الماء. ودرجة الحرارة المستخدمة ٦٥°م ويحافظ على رقم جيد حوالى ٦,٥. والعصير فى الناشر حوالى ١٥٪ ومعظم السكر فى البنجر يستخلص (حوالى ٩٨٪) وبعد إستخلاص السكر فإن الشرائح تسمى لب وينتج منها علف حيوان.

• سائل قصب السكر

القصب يقطع بواسطة سكاكين ويمر على سلسلة من المطاحن حيث يستخدم الماء لإستخلاص السكر. ويكرر عصير السكر بإستخدام جير لترسيب الشوائب ويركز ثم يبلر. والناتج يسمى سكر خام ويشحن إلى حيث مصنع التكرير ليكون المادة الخام. وهو عادة مركب نقى وإن لم يكن نقاؤه كافياً. وهو ينقل فى ظروف غير صحية تماماً حتى يمكن قبوله كمكون غذائى وهو عادة ٩٨٪ سكروز على أساس الوزن الجاف بينما السكر المكرر ٩٩,٥٪ نقى والفرق أن اللون يصعب إزالته بجانب وجود شوائب أخرى.

التنقية affination: معظم الشوائب في السكر الخام في حالة طبقة شراب على سطح البلورة. فيخلط السكر الخام مع شراب ساخن عند نقطة التشبع تقريباً في جهاز يسمى الخلاط mingler وهذا عبارة عن حوض trough به حلزون أفقي والذي يخلط السكر الخام بالشراب وهذا المخلوط يطرد مركزياً على دفعات. ويسع الطارد المركزي ٧٥٠ - ١٥٠٠ كجم في الدفعة الواحدة ، وكل دفعة تحتاج إلى دقيقتين وأثناء الطرد المركزي يرش عليه كمية صغيرة من الماء لغسيل بعض الطبقات النهائية من الشراب وكمية الماء تحد إلى أقل حد ممكن لمنع ذوبان كمية أكبر من السكر.

وهذا الطرد المركزي ينتج منه تياران: سكر خام "مغسول" وتيار شراب يحتوى معظم الشوائب وهذا يذهب إلى عملية تسمى إستعادة recovery حيث يستعاد معظم السكر ويرجع ثانية إلى التيار الأصلي للتكرير.

والسكر الخام المغسول حوالي ٩٩,٦٪ سكروز أي أن العملية أدت إلى إزالة معظم الشوائب وهذا السكر يرسل إلى المذيب melter حيث يذاب في الماء إلى حوالي ٦٥٪ مواد صلبة ويسمى ٦٥° بركس.

❖ مقارنة بين عصير بنجر السكر وسائل قصب السكر

الإصطلاحات المستخدمة هي أن محلول التركيز المنخفض يسمى عصير juice وأن محلول التركيز المرتفع يسمى سائل liquor وفي هذه المرحلة يوجد سكر البنجر في صورة مختلفة وعادة غير نقي وهو يحتوى ٨٥٪ سكروز على أساس الوزن الجاف ويسمى ٨٥٪ نقاوة ويبلغ تركيزه ١٤٪ مواد صلبة. أما سائل القصب فيبلغ تركيزه ٦٤° بركس وهو يبلغ في نقاوته أعلا من عصير البنجر أي حوالي ٩٩,٦٥٪ لأنه تم بلورته مرة واحدة. وكلا السائلين ملونين إلى درجة كبيرة وكلاهما يحتاج إلى تنقية قبل أن يبلر إلى سكر أبيض.

❖ تنقية عصير البنجر وسائل القصب

• تنقية عصير البنجر

يحتوى العصير الآتي من الناشر على عدد من الشوائب ذائبة ومعلقة ويمثل السكر ٨٥٪ من المواد الصلبة الموجودة. ويتم الترويق بالجير وثاني أكسيد الكربون في سلسلة من العمليات تزيد من نقاوة العصير. وأول خطوة في بعض المصانع معاملة مبدئية بالجير pre-limer حيث يضاف نسبة من الجير مع ضبط الوقت ودرجة الحرارة لترسيب معظم المواد الغروية. وهذه العملية لايلزم عملها ولكن في كل الأحوال فإن باقي الجير يضاف للعصير مع ثاني أكسيد كربون لترسيب بلورات كربونات الكالسيوم. وكثير من الشوائب تمتص على أو تتفاعل مع كربونات الكالسيوم مكونة رواسب وبذا تزال في الخطوة التالية بالترشيح. وهذا يسمى أول خطوة كربنة. ثم يضاف ك أ٢ خلال العصير لإزالة باقي الجير في خطوة كربنة ثانية ويرشح المحلول. وطبقة كربونات الكالسيوم من عمليتي الكربنة carbonation وتسمى الطين "mud" تزال حلاوتها بالماء ويعاد ترشيحها في مرشح دائر تحت فراغ. والطبقة ترمى.

• **تنقية سائل قصب السكر**

وهذا يتم في مرحلتين: الترويق لإزالة المواد الصلبة المعلقة وبعض اللون ثم عملية إزالة للون.

الترويق clarification: سائل القصب يحتوى الشوائب التى كانت موجودة فى بلورة السكر الخام وخطوة الترويق مصممة لإزالة المواد العالقة الموجودة. وهناك ثلاث عمليات يمكن إستخدامها للترويق، إثنان منها مؤثرتان فى إزالة نصف اللون فى السائل – وهذه هى:

- الكربنة مع الترشيح بالضغط.
- الفسفتة phosphatation مع الترويق بإستخدام تعويم الهواء للنفاية/الزَّبَد.
- الترشيح بالضغط مع إستخدام مساعد ترشيح.

والكربنة تستخدم إضافة الجير ثم إمرار ثانى أكسيد كربون خلال سائل السكر المعامل بالجير لترسيب كربونات الكالسيوم. وفى الأساس فهى ككربنة البنجر ولكنها تجرى على تركيز أعلا مع إستخدام جير أقل وبلورات كربونات الكالسيوم تتكتل إلى شكل يعمل كمساعد ترشيح والمواد المعلقة يمكن إزالتها بالترشيح بالضغط. وأثناء ترسيب كربونات الكالسيوم فإن الجوامد الصلبة مثل الشمع والصموغ تتكتل ويمكن إزالتها بالترشيح بالضغط فى مرشحات ورقية و ٥٠٪ من اللون يتفاعل مع الكالسيوم ويزال.

والفسفتة phosphatation تستخدم أيضاً الجير ولكن فى هذه الحالة يتم ترسيب حمض الفوسفوريك على هيئة ملح الكالسيوم. وفوسفات الكالسيوم صعبة الترشيح جداً بعكس كربونات الكالسيوم ولكن يمكن أن تعوم كنفاية scam وهذا يسمح بإستخدام مروق clarifier حيث يدخل هواء فى ماسورة مص المضخة والهواء الذى هو على هيئة فقاقيع هواء دقيقة تربط نفسها بملبدات flocs فوسفات الكالسيوم وترتفع إلى أعلا. وتزال النفاية بإستخدام كاشطات عند قمة تلك الترشيح وهذا يعقبه ترشيح نهائى لمنع كميات صغيرة من التأثير على الخطوة التالية وهى إزالة اللون. وبعض مصانع التكرير يستخدم مرشحات بالضغط مع مساعدات ترشيح وهذه لاتزيل إلا قليلاً من اللون.

إزالة اللون decolorization: سائل سكر القصب فى هذه المرحلة أقل لوناً من سائل بنجر السكر ولكن نظراً للفرق فى أنواع اللون فإن سائل القصب يمرر فى خطوة إزالة لون فى حين أن سائل البنجر نادراً مايزال لونه.

ويمكن إزالة اللون من تيار سكر القصب بإستخدام الكربون أو براتنجات خاصة. ويحتاج الأمر إلى إزالة أكثر من ٨٠٪ من اللون ويستخدم عادة محروق العظم bone char وهو مادة محببة تحضر بطحن عظام الماشية وتحميصها فى مجفف وهو ٩٠٪ أيدروكسى باتيت hydroxypatite و١٠٪ كربون. وهو يحمل فى إسطوانات رأسية كبيرة تسمى سسترنات cisterns (صهاريج). والشراب المروق يمر إلى أسفل فى واحد من هذه الصهاريج وأحياناً فى أثنين والثانى يسمى مُلَمِع polish. وعندما يستنفذ محروق العظم بعد حوالى ٦٠ ساعة فإن إنسياب الشراب للصهريج يوقف ويغسل محروق العظم من السكر ويفرغ من الصهريج ويرسل إلى

مجفف ثم التنور kiln حيث يولد مرة أخرى بتسخينه إلى ٥٥٠°م لعدة دقائق مع كمية محدودة من الهواء ويعاد إلى الصهريج وتعاد العملية.

ونوع آخر من مزيل اللون الكربوني هو حبيبات الكربون. وهذه تصنع عادة من الفحم بمعاملتها في تنور kilning في وجود بخار وتحتوي على ٦٠٪ كربون ولها ١٠ مرات مقدرة إزالة اللون أكثر من مسحوق العظم. وبذا تستخدم كميات أصغر في مصانع آلية. وصهريج الكربون المحبب يمكن أن يستخدم لمدة ٣٠ يوماً وعندما يستنفد يدفع ماء خلاله وتُنَوَّر kilned على ٩٠°م مع كمية محدودة من الأكسجين. أو تستخدم راتنجات resins على هيئة خرز صغير ويمرر السائل خلال خلايا تحتوى هذا الخرز. واللون في سائل السكر غالباً مشحون بشحنة سالبة وبذا فباستخدام راتنج سالب anionic resin في صورة كلوريد فإن اللون يمكن أن يمتص على سطوح الثغور لخرز الراتنج واللون يحل محل الكلوريد. وعندما تَنفُد مقدرة الراتنج على إزالة اللون فإنه يمكن أن يولد مرة أخرى بالملح العادى. ويستخدم نوعان من الراتنج أكريليك acrylic أو استيرين styrene. وتستخدم خلية الراتنج حتى ٦٠ ساعة قبل الحاجة لتوليدها مرة ثانية فتؤخذ خارج الخط لإزالة حلاوتها وتغسل وتعامل بالملح ثم تعاد للخط مرة أخرى .

❖ التبخير evaporation

كلا السائلين يحتاجان للتبخير قبل التبلر وعصير سكر البنجر على ١٤°بركس فهو يحتاج إلى إزالة ماء أكثر من سائل القصب.

• تبخير عصير سكر البنجر
beet sugar juice evaporation

العصير الرفيع – كما يسمى – يبخر في مبخر عديد التأثير multiple-effect evaporator وهـذا يمكن أن يكون به خمس مراحل وترفع المواد الصلبة من ١٤٪ إلى أكثر من ٦٠٪. ويستخدم التأثير المتعدد للإقتصاد في إستعمال البخار فالبخار الحى يستخدم في واحد فقط من التأثيرات مع بخار منتج من هذا التأثير يغلى السائل في تأثير آخر على ضغط منخفض وهكذا. وبهذه الطريقة فإن كمية البخار المستخدمة قد تخفض بعامل يبلغ ٤. وبعض البخار يستخدم في عمليات تسخين أخرى مثل تسخين العصير قبل الكربنة وغلى حلل التفريغ المستخدمة في تبلر السكر. والناتج من المبخر حوالى ٦٢٪ مواد صلبة و٨٩٪ سكروز على أساس المواد الصلبة ويسمى عصير سميك thick juice ويرسل إلى المذيب melter حيث السكر المتبلر من الغليان الثانى والثالث يذاب فيه ثم يرشح ويعرف بإسم السائل القياسى standard liquor وهو حوالى ٧٤٪ مواد صلبة و نقاوته ٩٢٪. وهو السائل الذى يرسل إلى حلل التفريغ ليتبلر إلى سكر بنجر أبيض مكرر.

• تبخير سائل القصب
cane sugar liquor evaporation

بعد إزالة اللون فإن سائل سكر القصب يكون حوالى ٦٠° إلى ٦٤° بريكس. ويكون اللون منخفضاً ليسمح له بالتبلر إلى سكر محبب أبيض ولكن يحتاج الأمر إلى تبخيره إلى ٧٥°بريكس للتبلر. والمبخر التقليدى المستخدم في صناعة السكر كان

من نوع الكالاندريا calandria type أى وعاء مع حزمة من الأنابيب مغمورة. وحديثاً فقد أستخدم المبخر ذو الفلم الساقط falling-film والمبخر ذو الأطر plate-type. ويجرى تبخير سائل سكر القصب فى تأثيرات مزدوجة double أو ثلاثية triple والبخار من المبخر يمكن إستخدامه لتوليد حرارة للمذيب melter حيث يذاب السكر فى ماء.

التبلر crystallization

سائل السكر المبخر يرسل إلى التبلر ولو أن بعض سائل القصب يمكن أن يباع على هذه الصورة كسكر سائل لأنه نقى جداً.

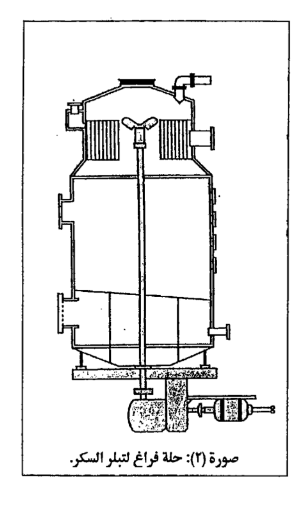
والتبلر أساساً واحد للبنجر والقصب. ونقاوة الشراب المستخدم فى تبلر سكر البنجر أقل وهذا مع إستخدام ضغط بخار أقل معناه أن تبلر البنجر أبطأ من تبلر القصب. وفى صناعة السكر المصطلح المستخدم للتبلر هو " الغليان".

ويتم التبلر فى دفعات فى أوعية تسمى حلل الفراغ vacuum pans وهذه تستطيع تبلر حتى ٧٠ طن سكر فى الدقيقة الواحدة وكل دفعة تأخذ ٢-٤ ساعات وفيها يغلى سائل السكر تحت فراغ حتى يزيد عن نقطة التشبع مباشرة ثم يجرى فوق تشبع له وتنمو البلورات بفرض إستمرار غليان السائل. ولكى يكون هناك ضبط لحجم البلورات فإن السائل يُبَذَر seeded عند نقطة من فوق التشبع بكمية صغيرة من بلورات السكر المطحون فى كحول وهذه البلورات حوالى ١٠ ميكرومتر فى الحجم ويضاف عادة من ٢/١ إلى لتر كامل. وعندما تنمو هذه البلورات فإن فوق التشبع ينقص بترسب السكر عليها من المحلول. وبتسخين وتبخير المحلول يزال الماء ويراقب فوق التشبع جيداً فإذا كان عالياً جداً فإن التنوية nucleation قد تحدث والبلورات الزائدة المتكونة قد تسبب أن حجم السكر النهائى يكون صغيراً جداً. وإذا سمح لفوق التشبع بأن يصبح منخفضاً جداً فإن نمو البلورات يبطؤ أو يقف ولذا يضبط هذا بالحاسوب الآن. وحلة التفريغ تظهر فى الصورة "٢" وهى لها سطح تسخين عبارة عن أنابيب رأسية أو أطر تسمى كالاندريا calandria وتسخن بالبخار. ومعظم الحلل لها مقلب يساعد فى تقليب مغلى السكر massecuite ويحتفظ بالفراغ فى الحلة أثناء الغليان للمحافظة على السكر فى مدى ٦٥ - ٨٥°م وهذا لمنع تكون لون أثناء التبلر. وإتاء السكر فى مدى ٥٠ - ٦٠٪ والمخلوط النهائى للبلورات وسائل السكر المركز يسمى مغلى السكر massecuite أو الماس masse وهذا لزج جداً. وفى نهاية فترة التبلر يرفع الفراغ والماس ومغلى السكر يسمح له بالوقوع بفتح صمام كبير عند قاع حلة الفراغ حيث تقع على وعاء إستقبال ومن هناك تغذى إلى طاردات مركزية لفصل بلورات السكر من الشراب.

وقد تم تطوير حلل مستمرة للسكر الأبيض المكرر ولكن الصعوبة فى الحصول على توزيع ضيق لحجم البلورات والسعر وبعض المشاكل الأخرى تعنى أن معظم السكر يغلى بطريقة الدفعات.

وفى هذه النقطة فهناك فرق بين البنجر والقصب فإن النقاوة العالية لشراب القصب فى هذه النقطة معناها أن السائل الأم من أول غليان يمكن إستخدامه مرة أخرى مع محصول آخر من السكر

المكـرر الأبيـض. وفـي الواقـع فـإن ٣ - ٤ دفعـات بمافيها الدفعـة الأولى الموصوفـة أعـلاه يمكـن أن تغلى ومع البنجر دفعة واحدة فقـط يمكن أن تغلـى وتستخدم مباشرة للسكر المكرر. وال.فعـات التاليـة كما سـيوصف أسفل تذاب وترجع مرة أخرى فـي العملية.



صورة (٢): حلة فراغ لتبلر السكر.

والبخار المستخدم لتسخين حلة فراغ البنجر يولد فـي واحـد من تأثيرات المبخر ويكـون غالبـاً علـى حوالى ١٠٠°م. وضغط عند ١ بـار مطلق abs وأقل من ١٠٠°م يستخدم لغلـى سكر البنجـر. أمـا حلـل الفراغ لغلى سكر القصب فتأخذ البخار مـن غلاية أو تربين البخار steam turbine عند ضغـوط ١ - ٢ بار صمام وأحياناً حتى ٤ بار صمام bar gauge.

الطرد المركزى centrifugation

يفصل السكر أو بعض من الشراب الأم فـى طـاردات مركزيـة علـى دفعـات. فمغلـى السكر massecuite يغـذى إلى سلة والتى تصل سرعتها إلى أكـثر مـن ١٠٠٠ لفة فى الدقيقة حيث تكون جداراً من السكر حـوالى ١٥٠ - ٢٠٠ مم فيغسل السكر برشـاش مـن الماء الساخن والذى يذيب كمية صغيرة مـن السكر من علـى سطح البلـورات ولكـن يسـاعد فـى إزالـة معظم الشوائب مثل اللون والرمـاد والسكر المحـول من علـى سطح البلـورات. والأولان يلـزم إزالتـهما لمقابلة إحتياجات النقـاوة أما إزالـة السكر المحـول فهو يمنع السكر من الكعكعة caking فـى التخزين. ثم يبطـؤ الطـرد المركـزى ويوضع جرافـة plough فـى الكعكـة والتـى تخـرج مـن قـاع الطـارد المركـزى.

التجفيف drying

محتـوى الرطوبـة فـى بلـورات السـكر منخفض جـداً حـوالى ١٪ ولكـن هـذه الرطوبة مركـزة عند سـطح البلـورات وتزال فـى مجفف دائـرى حيـث يقلـب السكر بلطف فى تيار مـن الهـواء الساخن فـى وقـت يبلغ ٢٠ق. وأوسع مجففات السكر إنتشاراً هـو النـوع المـائل الدائر والمجهز بأنصـال أو محـاريث لرفـع السكر. والهواء إما فى إتجاه التيـار أو معاكس وتبلـغ نسبة الرطوبة النهائية ٠,٠٢٪

غليان آخر

سكر البنجر

فى مصنع البنجر ينتج السكر الأبيض فقط من التبلر الأول. وتبلر ثانى وثالث يجريان. والسكر المتبلر من هذا الغليان (التبلر) يرسل إلى المذيب melter ليخلط بالعصير السميك (كما سبق ذكره). والبلورات ليست نقية بدرجة كافية لتباع كسكر أبيض ولكنها أنقى من العصير السميك ولذا فهى ترفع من نقاوته لإنتاج سائل قياسى والذى يمكن بلورته لإعطاء سكر أبيض. ويستخدم لهذا الغليان عدة أسماء مثل خام ومنتج مضاف after product أو خام عال أو منخفض high or low raw.

وغليان الخام raw يجرى مع السائل الأم من غليان السكر الأبيض أى السائل المفصول من بلورات السكر الأبيض فى الطارد المركزى. وغليان المنتج المضاف after product هو السائل الأم لغليان الخام raw مع أن السائل الذى يبذر seeded عادة من نقاوة أعلا وهذا لأنه من الصعب أن نجعل بذوراً صغيرة تنمو على نقاوة منخفضة. والماس masse من غليان هذا المنتج المضاف after boiling سميك جداً ولكن من الممكن بلورة سكر منه. وكل الماس masse يرسل إلى مبلر مبرد حيث يبرد على مدة ٤٨ ساعة وفى هذه المدة يستخلص من السكر مايمكن إستخلاصه إقتصادياً. والماس masse يطرد مركزياً والسائل هو دبس السكر molasses.

ولايزال ٦٠٪ سكر فى دبس سكر البنجر ولكن نظراً لذوبان السكر فليس من الممكن فصل أى سكر منه بالتبلر ولكن يجرى فى الولايات المتحدة عدد من أنظمة الكروماتوجرافية لفصل السكر ودبس السكر.

إستعادة سكر القصب

cane sugar recovery

إن عملية الإستعادة تتكون من عدد من خطوات التبلر والطرد المركزى مصممة لإستخلاص أكبر قدر ممكن من السكر من شراب منخفض النقاوة. والنواتج النهائية هى دبس السكر وسكر منخفض النقاوة. وهذا الأخير يعاد إذابته ويعاد إلى التيار الأساسى فى عملية التكرير بعد التنقية affination. وفى معاملة القصب فإن هناك تياران تغذية من شراب منخفض النقاوة: التيار الأساسى من التنقية affination حيث الشراب من سطح السكر الخام يزال بينما التيار الآخر يأتى من عملية بلورة السكر الأبيض حيث الشراب بعد ٣ - ٤ غليانات لايكون نقياً جداً لإستخلاص السكر الأبيض فيرسل إلى الإستعادة. وعملية الإستعادة هى سلسلة من التبلرات عادة ثلاث مرات وكل واحدة تؤتى ٤٠ - ٥٥٪. ولما كانت هذه التبلرات تجرى على نقاوة منخفضة فيمكن أن تكون بطيئة وصعبة. وهناك عدد من الطرق لعمل هذه الغليانات ويمكن أن يكون الأمر معقداً. وفى أحد هذه الطرق فإن البلورات التى تنمو فى الغليان الثالث تستخدم كبذور seeds للغليان الثانى والبلورات من هذا الغليان تستخدم كبذور للغليان الأول.

والسكر البنى يمكن أن يغلى من الأول أو أكثر نقاوة من غليان الإستعادة. ويعمل تعديلات لنقاوة ولون الشراب من أجل الحصول على اللون والنكهة المناسبتين. ويباع دبس سكر البنجر والقصب لعلف

الحيوان أو للتخمر. وصناعة سكر البنجر تخلط جزءاً من دبس السكر مع اللب الجاف وتكون قريصات pellets لعلف الحيوان.

التخزين storage

ينتج المُجَفِفْ سكراً جافاً جداً ونسبة الرطوبة به ٠,٠٢٪ ومع ذلك فهناك متاعب في التخزين فيهيء السكر لمنع الكعكعة. والتهيئة أساساً فترة تحضين ٢٤ ساعة وفيها أي رطوبة مطلقة من البلورات تتبخر إلى الهواء المحيط وتزال. وفي بعض الأحيان هواء مزال الرطوبة يمرر خلال السكر في السيلو أو يمرر السكر في السيلو ويخرج بعد ٢٤ ساعة. وهذه الحركة تسمح للرطوبة بالهروب بدون أن تلتصق البلورات معاً أو يحدث أي كعكعة. والسبب في أن هذه الكمية من الرطوبة المتبقية الصغيرة يمكن أن تسبب مشاكل أنها كلها مركزة على سطح البلورة. والماء في صورة شراب مشبع وعندما يتبلر هذا الشراب يطلق الرطوبة وإذا لم يكن الهواء المحيط متحركاً دائماً فإن هذه الرطوبة يمكنها زيادة رطوبته إلى مدى تبريد يسبب تكثفاً وهذه الرطوبة المتكثفة يمكنها أن تذيب سطح البلورات وتسمح لها بالإلتصاق معاً.

التعبئة packaging

السكر الأبيض حر الإنسياب والتعبئة في عبوات ١ كجم قياسية. والسكر البني أصعب في التعبئة لأنه ملتصق ويسير بصورة أبطأ.

التحليل analysis

أثناء العملية يقاس التركيز بالبريكس وهو وزن جوامد السكر في كل وزن للشراب ويقاس بالرفراكتومتر. كما يلاحظ اللون ويقاس بإمتصاص الضوء على ٤٢٠ نانومتر في المطياف spectrophotometer. أما الرماد فيقاس والنقاوة هي كمية السكروز في كل وحدة وزن جاف من المادة. ويقاس رقم $جـ_{يد}$ عند نقاط معينة من العملية. وإرتفاع أو إنخفاض رقم $جـ_{يد}$ يؤدي إلى تدهور السكر وإلى نواتج إضافية ملونة أو إلى سكر محول. والسكر السائل تقاس درجة البريكس له كما يجرى تحليل منخل sieve analysis لقياس حجم وتوزيع بلورات السكر ويعبر عنها بمتوسط الفتحة mean aperture وبمعامل التباين coefficient of variation. كما يجرى قياس الجوامد المعلقة suspended solids وهي في السكر الأبيض منخفضة جداً.

(Macrae)

السكروز sucrose

ومن أسمائه سَكَّرُوز saccharose ويوجد في كثير من النباتات. وتبلغ نسبته من ١٧ - ٢٠٪ يمكن أن يعطي ١٠ - ١٢ طن سكروز للهكتار وإستخدامه يتم في كثير من المنتجات: الشيكولاتة والحلويات ومنتجات الخبيز والمشروبات الخفيفة والمنتجات المعلبة والمجمدة ومنتجات الألبان والمحفوظات والبيرة والنبيذ وغيرها. وقد تستخدم بواقع ٤٠ كجم لكل شخص في العالم في البلاد المتقدمة إلى ٨ كجم أو أقل في البلاد النامية.

❖ الخواص الكيماوية والفيزيقية

• الخواص الكيماوية chemical properties

السكروز كربوايدرات له التركيب ك١٢ يد٢٢ أ١١ وله وزن جزيئى ٣٤٢,٣٠ وأسمه التقسيمى الكيماوى α-د-جلوكوبيرانوزيل-β-د-فركتوفيورانوسايد α-D-glucopyranosyl-β-D-fructofuranoside فهو سكر ثنائى ويحلل إلى مكوناته من ٢ سكريات أحادية (هكسوزات hexoses) الجلوكوز والفركتوز (المعادلة ١). وهو غير مختزل بينما نتائج تحلله مختزلة. وفى المحلول يوجد على هيئة حلقية (الصورة ١).

ك١٢ يد٢٢ أ١١ + ٢ يد٢ أ ← ٢ ك٦ يد١٢ أ٦ (١)

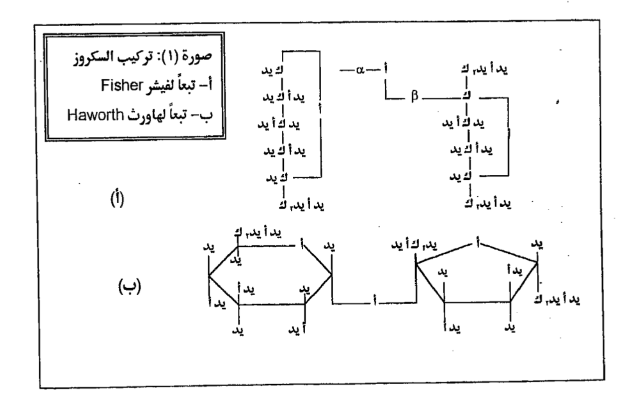
• الخواص الفيزيقية physical properties

السكروز المتبلر: فى حالة نقية يتبلر على هيئة أحادى الميل monoclinic مكوناً بلورات مخروطية خالى اللون والرائحة وشفاف.

وله مذاق حلو بدون أى نكهة أو خلفة وإذا أعطى السكروز درجة ١٠٠ فإن نسبة الفركتوز تكون مابين ١٠٥ - ١٢٥ والجلوكوز مابين ٦٥ - ٧٥ تبعاً للظروف مثل الحموضة ورقم جيد ودرجة الحرارة ...الخ.

وكثافة البلورة ك٤^١٥ D_4^{15} هى ١,٥٨٧٩ ولكن الكثافة النوعية الظاهرية للسكر الأبيض عالى الدرجة تختلف مابين ٠,٧٢ - ٠,٨٨كجم/م٣ $kg\ m^{-3}$. ويتوقف على حجم البلورة والرطوبة ومدة التخزين وسمك الطبقة فى سيلو التخزين.

وهو يتكسر عند حوالى ١٨٦ - ١٨٨°م ليكون مركبات بنية (كارامل) وأخيراً يتفحم ولكن الشوائب ونواتج التهدم الحرارى تقلل من درجة حرارة التهدم جوهرياً. وحرارة الإحتراق هى ١٣٥١,٣ سُعْر/جزىء أو ٣,٩٥ سُعْر/ جم فهو أقل سُعْرية عن الدهن (٩,٣ سعر/جم) وعن البروتين ٤,١ سعر/جم.



صورة (١): تركيب السكروز
أ- تبعاً لفيشر Fisher
ب- تبعاً لهاورث Haworth

يـزداد ذوبـان السكروز فـى المـاء بإرتفـاع درجـة الحرارة. وتبريد أو تبخير محلـول سكروز مشبع فإن محلولاً فوق مشبع شبه مستقر metastable يتكون. وهو يكاد لايذوب فـى الإيثانول وتقريباً غير ذائب فـى الايثـير. وقـامت الجمعيـة الدوليـة للطـرق الموحـدة لتحليـل السـكر (ج.د.ط.أ.ح.س) International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis (ICUMSA) بتحديـد ذوبانـه تبعـاً لجـداول شـارل Charles (جدول ١).

الجـدول (١): ذوبـان السـكر علـى أربـع درجـات حرارة تبعاً لجداول شارل.

درجة الحرارة (°م)	ذوبان السكروز (جم) في:	
	١ جم ماء	١٠٠ جم من المحلول
١٠	١,٨٨٤	٦٥,٣٢
٢٠	١,٩٩٤	٦٦,٦٠
٥٠	٢,٥٧٦	٧٢,٠٤
٩٠	٤,٢٦٢	٨١,٠٠

والسكروز فى المحاليل المائيـة لـه خاصيـة تدوير الضوء المستقطب rotating وزاوية التدوير تتناسب مع التركيز وطول مجرى المحلول الذى يمر بـه شـعاع الضـوء. وتقـاس الزاويـة فـى المسـتقطب polarometer وفـى صناعـة السـكر تسـتخدم مسـتقطبات خاصـة تسـمى سـكاريمترات saccharimeters مدرجة مباشرة بدرجات سكر ى °Z°. وقد تبنت الـ ج.د.ط.أ.ح.س ICUMSA تعريفـاً جديـداً لقيـاس السـكر مـن ١ يوليـو ١٩٨٨ وأساس نقطة ١٠٠ ى°Z° 100 فى القياس الـدولى هـو الدوران الضوئى "لمحلـول سكر عـادى" علـى طول الموجه (λ) للخط الأخضر لمشابه الزئبق ز١٩٨ ^{198}Hg (λ = ٥٤٦,٢٢٧١ نانومتر فـى الفراغ) مقاسة عند٢٠,٠٠٠°م فى أنبوب المستقطب٢٠٠,٠٠٠مم. و "محلـول السـكر العـادى" يتوافـق مـع تركـيز ٢٦,٠٠٠جم سـكروز موزونـة بـأوزان نحـاس أصفـر brass فـى الهـواء تحـت ظـروف عاديـة (١٠١٣ هكتوباسـكال hPa، ٢٠°م ، ٥٪ نسـبة رطوبـة) فـى ١٠٠,٠٠٠سم٣ محلول علـى ٢٠°م. وعلـى هـذا فإنه بنـاء علـى هـذا المقيـاس الـدولى الجديـد فـإن الدوران الضوئى فى نقطة ١٠٠ ى° Z° 100 هـو ٤٠,٧٧٧±٠,٠٠١°.

وكثافة محـاليل السـكروز هـى دالـة لـتركيز الكتلـة ودرجة الحرارة. وقيم الكثافة المستخدمة عامـة هـى البلاتـو plato (أول مانشـر فـى ١٩٠٠) تعطـى ك٤٢٠ D_4^{20} لمحـاليل مـابين صفـر و ٩٥ درجـة بريكـس (جم/١٠٠جم من المحلول).

ومعامل الإنكسار لمحاليل السكروز دالة علـى كمية المادة المذابـة ودرجـة الحـرارة. وقـد نشـرت الـ ج.د.ط.أ.ح.س ICUMSA جـداول لمعـامل الإنكسار لمحـاليل السـكر مـن صفـر إلى ٨٥ درجـة بريكس على ٢٠ ، ٢٧°م كمـا نُشِرَ تصحيمـاً لدرجات الحرارة.

كمـا تم نشـر خـواص كثيرة أخـرى منهـا اللزوجـة والضغط التناضحى والحرارة النوعية وإرتفـاع درجة

الغليان وتوازن نسبة الرطوبة مما يهم المشتغل بتقنية الغذاء.

الخواص التركيبية structural properties

بجانب عمله كمحلي وكمصدر للطاقة فهو يعمل كمادة حافظة ومقدرته على خفض نشاط الماء وزيادة التناضج إلى مستوى حيث يكون نمو الكائنات الدقيقة غير ممكن.

والسكروز يعمل كعامل تحجيم وفي القوام في الحلويات ومنتجات الخبيز والمشروبات الخفيفة وهو يعطي جسما body وشعورا بالفم نظرا لذوبانه العالي ولزوجته. وهو يؤثر في توزيع حجم الثغور والنعومة والتركيب في الفطائر.

كما أن له خواص تثبيت الرطوبة humectancy أي أنه يساعد على مقدرة المنتجات أن تتحمل تغيرات نسبة الرطوبة وبذا يمد من عمر الرف للمنتجات كالكيك.

كما أنه مادة مضادة للتأكسد فيمنع أكسدة النكهة في محفوظات الفاكهة. وكذلك يمكن أن يعمل دور المخفف أو حامل النكهة أو اللون وفي نفس الوقت يعمل كمعزز لنكهات المواد الطبيعية موازنا الحلاوة والحموضة والمرارة. وهو وحده الذي يستطيع أن يعطي نكهة الكارامل والتلون البني/الاسمرار في منتجات الخبيز نتيجة لتكسر جزئي.

التحول في التخزين والمعاملة
inversion on storage & processing

السكروز في حالته المتبلرة واحد من أكثر منتجات الأغذية كفاءة (٩٩,٩ ± ٠,٠٥٪) ويمكن تخزينه بدون تغير بدون نهاية تحت ظروف مثالية. ولتجنب الكعكعة أو الرطوبة أو حتى التسييل في السيلو silo فإن السكر قبل التخزين يجب أن يكون جافا باردا وأن يعامل بالتهيئة.

تخمر السكروز fermentation

يتخمر السكروز بعدد من الكائنات الحية ويمكن أن يكون مادة خام لعدد من المنتجات الكيماوية مثل الإيثانول والبيوتانول والجليسرول وحمض السيتريك وحمض الليفيولينيك laevulinic والدكستران وغيرها. ويستخدم دبس السكر لهذا الغرض. وأهم تخمر هو التخمر الكحولي وأول خطوة فيه هي تحويل السكروز إلى جلوكوز وفركتوز.

الأهمية الغذائية dietary importance

هضم وأيض السكروز
digestion & metabolism of sucrose

يتحلل السكروز بفعل السَّكراز وهو α-جليكوسيداز في الأمعاء الصغيرة للإنسان إلى مكوناته: الفركتوز والجلوكوز. وحوالي ١٠ - ٢٥٪ من الفركتوز تتحول إلى جلوكوز في القناة المعدية المعوية gastrointestinal العليا والسكريات الأحادية تمتص وتنتقل إلى الكبد خلال الوريد البابي portal vein ويحمل إلى جميع الأعضاء.

وداخل الكبد يمكن أن يتحول الفركتوز إلى جلوكوز وهذا إما يدخل طريق هدم الجلوكوز glycolysis أو يعطي وحدات خلات acetate units لتخليق الأحماض الدهنية. ويمكن أن يخزن الجلوكوز في الكبد كجليكوجين ويمكن أن يتاح

الجلوكوز لأعضاء الجسم الأخرى من خلال تيار الدم وهو أهم شكل للكربوايدرات يستخدم للطاقة في الأنسجة.

وكنتيجة لإطلاق الأنسولين إستجابة لأخذ السكروز فإنه يحتفظ بجلوكوز الدم في مدى منظم ضيق وهذا مطلوب للوظيفة العادية لنظام الجهاز العصبي المركزي. وتأثير أخذ السكروز على إطلاق الأنسولين وجلوكوز الدم أقل مما لو أخذ أي كمية مكافئة من الكربوايدرات مثل الخبز. والزيادة من الجلوكوز – أعلا من متطلبات الطاقة في الأنسجة – يمكن أن تخزن إلى حد ما كجليكوجين في العضلات والباقي يستخدم لتخليق الأحماض الدهنية والجليسرول والتي تسمح بتخزين كفء في صورة جليسريدات ثلاثية في الأنسجة الدهنية.

الخواص الغذائية للسكروز
nutritional properties of sucrose

للسكروز خاصيتان غذائيتان هامتان فهو يعطي طاقة ٣,٨ سعر/جم وهو له طعم حلو مما يزيد عن إستساغة الغذاء.

وفي منتصف السبعينات فقد حلت محل السكروز محليات الذرة ومنها شراب الذرة عالي الفركتوز وشراب الجلوكوز والدكستروز. وفي الوقت الحالي فإن محليات الذرة تمثل ٥٠٪ من المحليات المضافة الكلية المتاحة في الولايات المتحدة ولأن شراب الذرة عالي الفركتوز يحتوي على ٤٢ أو ٥٢٪ فركتوز فإن إتاحتها أثرت قليلاً في إستهلاك الفركتوز بالنسبة لإستهلاك السكروز الذي هو ٥٠٪ فركتوز.

تسوس الأسنان dental caries

إن أسباب تسوس الأسنان عديدة ومنها فلورا الفم وعوامل العائل والعوامل الغذائية. وتدل الخبرة على أن إستهلاك السكريات (ومنها السكروز) تساهم جوهرياً في هذا وخاصة عدد مرات تناول السكريات وشكل السكر ومدة بقاء السكر في الفم length of oral clearance time.

السمنة obesity

إن السكريات في الغذاء يمكن أن تساهم في زيادة إستهلاك الطاقة والسمنة مثلها مثل أي مادة أخرى. وعلى ذلك فإن إنقاص أخذ السكريات لإنقاص الوزن يجب أن يكون جزءاً من سياسة عامة.

مرض القلب الوعائي
cardiovascules disease

إن مستويات إستهلاك السكروز الحالية لم تظهر أنها عامل خطر بالنسبة لليبيدات الدم والليبوبروتين في الأشخاص العاديين. فلايوجد علامات على أن مستويات إستهلاك السكروز تساهم في رفع ضغط الدم ولا في مرض الشريان التاجي coronary artery disease. وهناك تحت مجموعة مكونة من ١٠ – ١٥٪ من البالغين وغالباً زائدة في الوزن التي قد تستجيب بزيادة مستويات ليبيدات الدم لزيادة أو تناول عادي للسكريات.

مرض البول السكري diabetes

لايوجد علامة على أن السكروز يسبب هذا المرض وبالتالي فإن إستهلاك السكروز لايمت بصلة إلى مرض البول السكري غير أنه مصدر طاقة غير خاص.

السكريات الأحادية المهدرجة

د-مانيتول　　د-سوربيتول　　زيليتول

السكريات الثنائية المهدرجة

لاكتيتول

مالتيتول

جلوكوبيرانوزيل مانيتول (ج.ب.م)

(أيزومولت)

جلوكوبيرانوزيل سوربيتول (ج.ب.س)

صورة (١): تركيب الكحولات السكرية الأكثر أهمية.

وليس هناك دليل على أن هناك تأثير عكسى إذا أستبدل السكروز بدلاً من النشا حتى ١٥٠ جم/يوم (٢٥٪ من طاقة الغذاء).

السرطان cancer

لايوجد علاقة علمية تبين أن السكريات كما تستهلك حالياً هى عامل مستقل فى زيادة خطر السرطان.

(Macrae)

الكحولات السكرية sugar alcohols

الكحولات السكرية مساحيق بيضاء متبلرة قليلة الإسترطاب وهى عادة ثابتة للحرارة ولاتشترك فى تفاعلات مايارد Maillard-type البنية. وكيماوياً هى مركبات مهدرجة أحادية وثنائية التسكير mono- & disaccharides (الصورة ١) وخواصها الفيزيقية تظهر فى جدول (١).

الخواص العضوية والغذائية

بالمقارنة بالسُكروز فإن الكحولات السكرية لها حلاوة أقل قليلاً من السكروز (الجدول ٢).

والكحولات السكرية تنتج تأثيراً تبريدياً فى الفم متصلاً إتصالاً مباشراً بحرارة الذوبان (الجدول ١).

والكحولات السكرية تعرف أيضاً بإسم polyols يمكن أن تعطى بعض الإهتمام بالنسبة لضبط الغذاء وصحة الأسنان (الجدول ٣). وفيما عدا الشراب المحتوى على مالتيتول maltitol حيث يوجد نسبة صغيرة من التركيب البضع سكرى فإن الكحولات السكرية لايحدث لها هدم بإنزيمات اللعاب (أميلازات amylases) بالأخذ بالفم.

جدول (١): الخواص الفيزيقية للكحولات السكرية.

الخاصية	زيليتول	سوربيتول	مانيتول	مالتيتول	لاكتيتول	أيزومولت (بالاتينيت)
الوزن الجزيئى	١٥٢	١٨٢	١٨٢	٣٤٤	٣٤٤	٣٤٤
[α]د٢٠ $[\alpha]_D^{20}$ (حوالى ١,٠ ؛ يد٢أ)	صفر[أ]	٢-	٠,٤٩-	١٠٦,٥+	١١,٥+	ب-
نقطة الانصهار (°م)	٩٢-٩٦	٩٣-٩٧	١٦٥-١٦٨	١٤٨-١٥٢	٩٤-٩٧	١٤٥-١٥٠
الذوبان (جم/١٠٠جم ماء على ٢٠°م)	١٦٩	٢٣٥	١٨	١٦٠	١٢٥	٣٤
حرارة الذوبان (كيلوجول/جم)	١٥٣-	١١١-	١٢١-	٦٩-	٥٣-	٣٩-
اللزوجة (مللى باسكال ٢٠°م)	٦٠٪، ٢١	٧٠٪، ١٨٠	-	٧٥٪، ٢٥٠٠	٦٠٪، ٦٨	٣٠٪، ٤

أ: مركب ميزو (وسط). ب: تكوين يختلف.

جدول (٢): درجة حلاوة الكحولات السكرية.

الكحول السكرى[أ]	الحلاوة النسبية	الكحول السكرى[أ]	الحلاوة النسبية
زيليتـول	٨٠ - ١٠٠	مالتيتول	٨٠ - ٩٠
سوربيتول	٥٠ - ٦٠	لاكتيتول	٣٠ - ٤٠
مانيتـول	٥٠ - ٦٠	ايزومولت	٥٠ - ٦٠

أ: فى ١٠٪ ماء على ٢٠°م السكروز[أ] ١٠٠

جدول (٣): خواص امتصاص الكحولات السكرية.

الكحول السكرى	يمتص فى الأمعاء الصغيرة (٪)	يفرز فى: بول	يفرز فى: براز	يتخمر (٪)	القيمة السعرية (سعر/جم)
زيليتول	٢٥ - ٤٠	صفر	< ١	٦٠ - ٧٥	٢,٩
سوربيتول	١٥ - ٢٠	صفر	< ١	٨٠ - ٨٥	٢,٦
مانيتول	١٥ - ٢٠	١٥ - ٢٠	< ١	٨٠ - ٨٥	١,٩
مالتيتول	٤٥ - ٦٠	صفر	< ١	٤٠ - ٥٥	٣,٢
لاكتيتول	< ١	صفر	< ١	٩٩	٢,٣
ايزومالت	٣٥ - ٤٥	صفر	< ١	٥٥ - ٦٥	٣,٠

وفى المعدة يحدث حلمأة حمضية خفيفة للسكريات الثنائية وبضع السكريات للكحولات السكرية. ولكن عندما يصل إلى الإمعاء الصغيرة فإنه يحدث حلمأة شديدة بواسطة الـ α أميلازات فى الغشاء المخاطى mucosa ويتحملأ ٦٠ – ٨٠٪ من المالتيتول maltitol والايزومولت isomalt. ويحصل على مخلوط من ٥٠٪ جلوكوز / ٥٠٪ سوربيتول أو ٥٠٪ جلوكوز / ٢٥٪ سوربيتول / ٢٥٪ مانيتول بالتتابع. أما اللاكتيتول فيكاد لايتغير لأن الـ β-جالاكتوسيداز يوجد على هيئة آثار. والسوربيتول والمانيتول والزيليتول تصل الأمعاء الصغيرة بدون تغيير.

وفى الأمعاء الصغيرة فإن الكحولات السكرية أحادية السكر تمتص جزئياً فى تيار الدم بواسطة عملية إنتشار سلبى passive diffusion بمعدلات تتوقف على أوزانها الجزيئية (الجدول ٣). كما أن الجرعة المستخدمة ووقت الإنتقال الحقيقى فى الأمعاء يؤثر على معدل الإمتصاص. أما الجزء الممتص من السوربيتول والزيليتول فيوجه إلى أيض الكبد العادى ويساهم فى الطاقة مثل الجلوكوز.

أما الكحولات السكرية فأخيراً تصل إلى الأمعاء الغليظة حيث تخمرها الفلورا الدقيقة تقريباً بالكامل إلى أحماض دهنية متطايرة (ح.د.ط VFAs). والطاقة المتحصل عليها من الجزء المتخمر ٢٠٪ يستخدم بواسطة البكتيريا للنمو. والباقى يمتص من الأمعاء كأحماض دهنية متطايرة وتنقل فى الدم إلى حيث تؤيض بواسطة الكبد إلى مكونات دهن.

وفى المجموع فحوالى ٥٠٪ من الطاقة للكحولات السكرية المتخمرة يحصل عليها جسم الإنسان.

وعلى أساس السلوك الأيضى يمكن حساب القيمة السعرية للكحولات السكرية بالتقريب (الجدول ٣) وإن كانت تختلف تبعاً للطرق المستخدمة كثيراً. وقد قررت اللجنة الأوروبية الإقتصادية EEC Commission قبول ٢,٤ سعر/جم كمتوسط قيمة سعرية لكل الكحولات السكرية.

ولأن هضمية الكحولات السكرية منخفضة فإن أخذها يوصى بألا يزيد عن ٤ – ٥ جم فى اليوم للبالغين و٣٠جم فى اليوم للأطفال لتجنب متاعب معدية معوية. وجرعات أعلا قد تسبب إسهالاً تناضحياً osmotic diarrhoea أو زيادة فى تطبل البطن نظراً لبطء الإمتصاص والتخمر الشاسع بالتتابع، وإن كانت مستويات الإحتمال تتحسن بالتعود. والكحولات السكرية مناسبة جداً لمرضى البول السكرى لأنه يمكن تجنب الإستجابة السريعة لسكرية الدم glycaemic أو فرط الأنسولين فى الدم insulinaemic. ولنفس السبب فإن السوربيتول والزيليتول تستخدم فى التغذية عن غير طريق القناة الهضمية parenteral nutrition لإعطاء مصدر طاقة كربوايدرات مناسبة يمكن تنظيمها إذا قورنت بالجلوكوز والفركتوز.

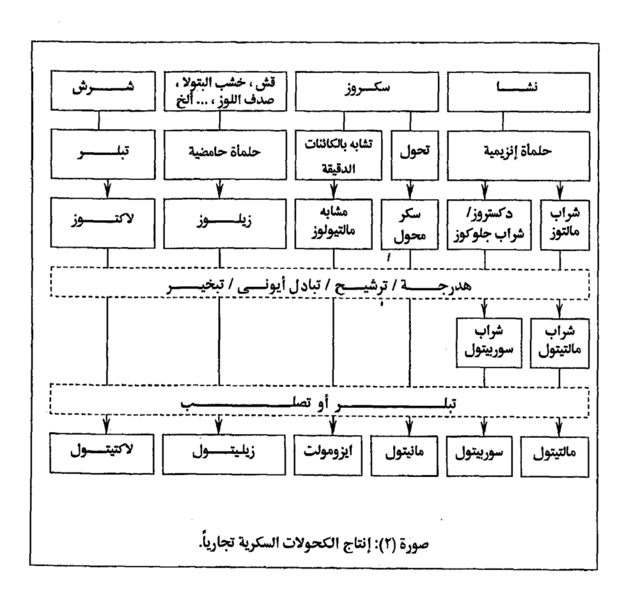
وفيما يخص صحة الأسنان فإن الكحولات السكرية قد عرفت منذ زمن بأنه ليس لها تأثير عكسى على الأسنان وهذا يرجع إلى أن بكتيريا الفم لاتستطيع تخمير الكحولات السكرية وبذا يتجنب إنتاج أحماض تذيب المينا enamel فهى لم تستطع خفض جهد اللويحة plague إلى أقل من القيمة

الحرجة ٥,٧. أما الزيليتول فيقلل من حدوث تسوس الأسنان وغالباً فالزيليتول لايشجع نمو *Streptococcus mutans* وهو الكائن الأساسي في تسوس الأسنان.

الوجود وطرق الإنتاج

occurrence and methods of production

الكحولات السكرية توجد في كثير من الفواكه والخضر والحبوب إلا أن نسبتها ضعيفة لكي تستخلص من هذه المواد. وهناك عدة طرق لإنتاج الكحولات السكرية مبنية على أساس الهدرجة المحفزة للكربوايدرات مثل الدكستروز وشراب الجلوكوز وشراب المالتوز والسكر المحول ومشابه المالتوز والزيلوز واللاكتوز وهذه يحصل عليها بحلمأة أو تشابه مواد خام طبيعية مثل النشا والسكروز واللبن (الشرش) والقش وغيرها (الصورة ٢). فالكربوايدرات؛ المادة الخام تهدرج في محلول مائي على درجة حرارة مرتفعة (١٢٠ – ١٩٠°م) وضغط أيدروجيني (٢٠ – ٢٠٠ بار) بإستخدام نيكل كحفاز.



صورة (٢): إنتاج الكحولات السكرية تجارياً.

ويمكن إجراء الهدرجة إما بنظام الدفعات أو كعملية مستمرة وينتج عنها إضافة الأيدروجين إلى الكربوايدرات. وضغط الأيدروجين ودرجة الحرارة ورقم جهد ونوع الحفاز هي المعالم الهامة التي تؤثر على زمن التفاعل والإختيارية. ويجب ضبطها جيداً للحصول على ناتج عالى النقاوة بإتاء عال. وبالطبع فإن نقاء المادة الخام هام ومحلول الكربوايدرات المهدرجة يحتوى الكحول السكرى الذى يجرى بعد ذلك ترشيحه ومعاملته بالكربون و/أو تبادل الأيونات لإزالة الأملاح وكذلك المنتجات الملونة التى تتكون أثناء الهدرجة.

ويوجد السوربيتول والمالتيتول فى محاليل مائية وكمواد متبلرة إما المانيتول والزيليتول واللاكتيتول والأيزومولت فمتاحة كمواد متبلرة وكل الكحولات السكرية المتبلرة تنتج إما بالتبلر أو التصلب solidifacation أو التجفيف بالرشاش من محلول مائى عند تركيز مناسب.

الإستخدام فى الغذاء uses in foods

أستخدم السوربيتول والمانيتول لتحلية أغذية مرض البول السكرى ثم إمتد الأمر لإستخدام كحولات سكرية أخرى ولأغراض مختلفة.

❖ الحلويات خالية السكر
sugar-free confectionery

وهذه هى أهم تطبيقات الكحولات السكرية

• الحلويات الصلبة hard confectionery:
تنتج الحلويات الصلبة بغلى محاليل الكحولات السكرية أو الشراب الى محتوى عال من المادة الجافة (٩٨,٠ - ٩٩,٤٪) ثم تبرد وتقولب وتلف.

وتختلف درجة حرارة غليان حلويات الكحولات السكرية مابين ١٥٥ - ١٧٠ °م ويتوقف ذلك على نوع الكحول السكرى. ويحتاج الأمر إلى تفريغ عال وفيماعدا المانيتول كل الكحولات السكرية يمكن إستخدامها وحدها ولكنها تستخدم مع بعضها البعض. وذوبان الكحول السكرى يؤثر كثيراً على التبلر والتحبب.

• الحلويات الطرية والمضغية soft & chewable confectionery: أهم مكون فى هذا التطبيق هو كحول سكرى أو مخلوط من الكحولات السكرية (٦٥ - ٧٠٪ مادة جافة) والتى تذاب وتطبخ مع بعضها مع دهن نباتى (٦٪) ومستحلب (حوالى ٠,٨٪) وجيلاتين (حوالى ١,٤٪) ومكونات أخرى صغيرة مثل حمض ونكهة ولون. وبعد التبريد تشكل الكتلة وتلف. ومضغية الحلويات يمكن أن يحصل عليها بتهوية الكتلة المبردة بعد التبريد الجزئى مستخدماً طرق تهوية تقليدية مثل الشد pulling والإرغاء المستمر.

• الصموغ والبستيلية gums & pastilles:
شراب المالتيتول وحده أو مع لاكتيتول أو ايزومولت يصلح لإنتاج صموغ الجيلاتين gelatine gums. ولبعض التكوينات فمن الضرورى تكييف نوع الجيلاتين ومستواه وظروف الطبخ حتى يمكن الحصول على خواص صمغ مكافأة لتلك الصموغ الحلوة المنتجة تقليدياً. ومع الباستيلية فإن نسبة من صمغ عربى/كحول سكرى ٥٠/٥٠ على أساس الوزن الجاف ينصح بها وتطبخ

حتى محتوى مادة جافة ٧٠ - ٧٢٪ وتقولب فى نشا وتجفف إلى ٩٠٪ مادة جافة وبعد تفريغها من القوالب تعامل بالشمع. وشراب المالتيتول يعطى باستيلية جيدة مع أمثل عمر رف.

• التقريص tabletting: كل مساحيق الكحولات السكرية يمكن ضغطها فى مكن دائرى لإعطاء أقراص. ولكن السوربيتول هو أنسب كحول سكرى فى هذا المجال. فمسحوق السوربيتول له خواص إنسياب للتقريص وهو يعطى زيادة عالية فى إجهاد الشد tensile strength كدالة لقوة الضغط ولذا فهو مناسب للضغط المباشر. ونظراً لإسترطابها العالى فإن الأقراص المبنية على السوربيتول يجب أن تحمى أو تخزن تحت ظروف جافة نسبياً لتجنب النعومة/الطراوة بسبب التقاط الرطوبة وتفتتيه friability أقراص السوربيتول - حتى تلك المضغوطة تحت ضغط منخفض - هى منخفضة جداً وتُحَسَن أكثر بالتخزين بالقرب من رطوبة نسبية متوازنة. ويتوقف عمل مسحوق السوربيتول فى التقريص على عدة عوامل منها حجم الجسيم وتوزيعه وشكل البلورات وظروف الضغط ... الخ.

• صمغ المضغية/العِلاك chewing gum: أهم مكونات العِلاك chewing gum الخالى من السكر هو أساس صمغ (٢٥ - ٣٠٪) ومسحوق كحول سكرى كطور صلب (٤٥ - ٦٣٪) وشراب سوربيتول أو مالتيتول كطور سائل (١٠ - ٣٠٪). والطور الصلب يمكن أن يكون مسحوق سوربيتول ولكن عادة يستخدم سوربيتول وزيليتول معاً. وأهم فائدة للزيليتول هو خواصه فى تسوس الأسنان وعلو حلاوته ومذاق بارد لطيف نظراً لحرارة الذوبان السالبة. وإضافة كمية صغيرة من الجليسرول تُحَسِن الخواص اللدائنية وإضافة المانيتول تمنع الإلتصاق.

• الشيكولاتة chocolate: من الممكن إحلال مسحوق كحول سكرى محل السكروز تماماً فى الشيكولاتة المرة أو اللبنية بفرض أن المسحوق له نقاوة مثلى وشكل بلورى وتحبب. والشيكولاته المرة تحتوى على ٤٠ - ٥٠٪ كتلة كاكاو، ٤٠ - ٥٠٪ مسحوق كحول سكرى و٥ - ١٠٪ زبدة كاكاو. وكان فى الأصل يستخدم السوربيتول ولكن الميل الأن لإستخدام مالتيتول وايزومولت ولاكتيتول.

• تغطية الملّبسات dragee coating: تتكون التغطية من قلب مغطى مثل العلاك مع شراب بالقرب من نقطة التشبع ثم تشجيع التبلر بالتبخير. وعادة يحتاج إلى عدم طبقات (٤٠ - ٥٠). ودرجة حرارة شراب الكحول السكرى والهواء المجفف ومركز القلب مهمة كعوالمْ للعملية. والسوربيتول هو أكثر المحليات المستخدمة فى التغطية من غير سكر ولكن المالتيتول والزيليتول والأيزومولت واللاكتيتول يمكن إستخدامها أيضاً.

• منتجات الخبيز bakery products: تساهم الكحولات السكرية فى النعومة وسعة التخزين، وتنظم الرطوبة والمذاق والحلاوة. ويفضل مخلوط من الكحولات السكرية أو كحول سكرى مع محلى

آخر. وإذا كان تكون الإسمرار browning خفيف جداً فإن درجة حرارة الخبز يمكن أن ترفع أو يضاف كمية صغيرة من الفركتوز.

وصناعة الخبيز تستخدم سوربيتول متبلر ومحلول السوربيتول فى المنتجات الخاصة الغذائية. كما يستخدم كمثبت للرطوبة humectant لزيادة عمر الرف فى المنتجات المخبوزة. ويمكن تحسين ثبات المنتجات المخبوزة بإحلال جزئى للسكروز بواسطة السوربيتول مثلاً فى الكيك ويستخدم اللسوربيتول فى الكيكة الأسفنجية والكيك بنسبة ٥ – ٨٪ من وزن الدقيق وفى البسكويت ومالئات الكريمة تصل النسبة إلى ١٠٪. وتتحسن طزاجة خبز الزنجبيل ginger bread بإضافة ٥٪ سوربيتول. كما يستخدم كبديل للسكر فى وصفات المنتجات ذات السكر المنخفض.

ويمكن إستخدام المالتيتول واللاكتيتول والأيسومولت بمستويات عالية فى حين أن الزيليتول والمانيتول تستخدم بمستويات منخفضة. وهذا متعلق أيضاً بالخواص الحسية والخواص الكيماوية والفيزيقية للكحول السكرى. والسوربيتول وغيره من الكحولات السكرية تضبط مستوى الرطوبة فى منتجات الخبيز عندما تخزن لمدد طويلة. وفى المالئات fillings والأغطية السكرية اللامعة icings فإن الزيليتول والمانيتول لها مكانها نظراً لتأثيرها المبرد.

• إستخدامات أخرى

يمكن إستخدام الكحولات السكرية فى المربات عديمة السكر وكذلك الجيلاتى عديم السكر .... وغيرها. والمذيبات المحتوية على السوربيتول وكذلك المحفوظات لها مذاق واضح وقوام جيد. ويمكن الحصول على مواد صلبة عالية للحماية من الكائنات الدقيقة وبذا نحمى المربات من نمو الفطر. ويجب ملاحظة ذوبان الكحول السكرى لمنع التبلر أثناء التخزين.

(Macrae)

سكارين — **saccharin**

أنظر: محليات

السلأ/الاصطلاب — **rendering**

أنظر: دهن

سلامى — **salami**

أنظر: أغذية متخمرة

سلجم — **colza**

الإسم العلمى *Brassica compestris*

سلجم الاحراج — **cole**

الإسم العلمى *Brassica napus silvestris*

سلجم حقلى — **rape**

إن التربية والإختيار على مدى الأجيال قد أدى إلى صعوبات فى تقسيم المحاصيل على مستوى الأنواع وهذا صحيح بالنسبة لأنواع البراسيكا *Brassica* والتى منها هذا المحصول.

الإسم العلمى Pak Choi - *Brassica rapa* Chinensis group

الفصيلة/العائلة: الصليبية Cruciferae

المجموعة الصينية Chinensis group تتضمن عدداً من الأصناف الورقية تعرف بإسم Pak Choi وبعض الأنواع المزهرة وهى تزرع حولية وإن كانت أصلاً ثنائية الحول biennial.

والبراسيكا الشرقية oriental brassicus – كما تسمى – هى مصدر جيد للفيتامينات والمعادن. والمجموعة Chinensis منها مصدر جيد جداً للكالسيوم والحديد وفيتامين أ.

وهناك عدة أصناف من أنواع تصل إلى ٦٠سم فى الطول ولكنها قد لاتتعدى ١٠ سم. وقد تزن الأصناف الكبيرة ٢كجم. وتحصد الأوراق والأزهار مأكلة أيضاً كما أن الأوراق فى الصين تغلى وتجفف.

جدول (١): القيمة الغذائية للكرنب الصينى (١٠٠جم خام طازج).

النسبة المأكلة	٠,٥٢	نحاس (مجم)	٠,٠٢
الماء (جم)	٩٥,٤	خارصين (مجم)	٠,٢
النتروجين الكلى (جم)	٠,١٦	كلوريد (مجم)	١٨
بروتين (جم)	١,٠	منجنيز (مجم)	٠,٣
دهن (جم)	٠,٢	كاروتين (ميكروجرام)	٧٠
كربوايدرات (جم)	١,٤	فيتامين د (ميكروجرام)	صفر
الطاقة (كيلوجول)	٤٩	ثيامين (مجم)	٠,٠٩
النشا	آثار	ريبوفلافين	آثار
السكر الكلى (جم)	١,٤	نياسين (مجم)	٠,٢
ألياف غذائية (جم)	١,٢	فيتامين ب٦ (مجم)	٠,١١
صوديوم (مجم)	٧	فيتامين ب١٢	صفر
بوتاسيوم (مجم)	٢٣٠	فولات (ميكروجرام)	٧٧
كالسيوم (مجم)	٥٤	بانتوثينات (مجم)	٠,١١
مغنسيوم (مجم)	٧	بيوتين	آثار
فوسفور (مجم)	٢٧	فيتامين ج (مجم)	٢١
حديد (مجم)	٠,٦		

(Macrae)

الكرنب الصينى Chinese cabbage

Brassica rapa Pekinensis group

ويقسم إلى ذى رؤوس وذى رؤوس مفككة. ويوجد كحَوْلِى أو ثنائى الحَوْل ويكون رأساً منتصباً لها أوراق مكثفة أو رأساً مفككة مع أوراق منفصلة. والشكل والحجم يختلف ويصل مابين ١,٤ – ٤,٥ كجم ولون الأوراق فى المنتصف كريم وقد يكون غامقاً أو أخضراً ناعماً. والمحصول يستهلك طازجاً ولكن يمكن تخزينه على صفر – ١°م ونسبة الرطوبة العالية يمكن أن تمد عمر الرف إلى شهرين.

خردل السبانخ spinach mustard

Brassica rapa - Perviridis group

خردل السبانخ spinach mustard حولى أو ثنائى الحول وهو ورقى لفتى وله جذر درنى ثخين. طويل يبلغ ٤٥سم وله أوراق كبيرة ٣٠سم × ١٨سم ويتحمل البرد ويتحمل حتى درجة حرارة –١٤°م.

Mizuna & Mibuna Greens

Brassica rapa, Nipposinica group

هذان الخضروان جاءا من اليابان والميزونا تكون كتلة من أوراق مجزأة ريشيه غامقة لونها أخضر لامع

والسيقان بيضاء رفيعة وعصيرية ويبلغ إرتفاع النبات ٢٣سم وينتشر إلى ٤٥ سم. أما الميبونا فله أوراق ضيقة طويلة ٣٠-٤٥سم × ١-٤ سم في العرض والكتل تصل إلى ٥٦سم في القطر. وهو نبات يتحمل درجات هواء تحت التجميد والميزونا تتحمل الحرارة والبرودة.

Chinese broccoli
Brassica oleraceae - Alboglabra group
هذا هو البروكولى الصينى أو الكيل الصينى وهو يتصل أكثر بالكرنب الأوروبى عن الكرنب الصينى. وهو حولى وتنمو ساقه المزهرة إلى علو ٤٥سم لإنتاج ساق ١ - ٢سم في القطر ناعمة وغضة ومزهرة ومنه أزهار لونها أصفر أو أبيض وهو شديد وسريع النمو يتحمل درجات الحرارة العالية والصقيع ويؤكل بالتحمير مع التقليب.

سلط

سلطة **salad**

أنظر: خضروات السلطة

سلق **chard/Swiss chard**

الإسم العلمى *Beta vulgaris ciclo*

الفصيلة/العائلة: الرمرامية Chenopodiaceae (goosefoot)

بعض أوصاف

يزرع لأوراقه التى تطبخ وتؤكل مثل السبانخ. والحصاد مستمر وحتى لو لم يكن مطلوباً فلايسمح للأوراق أن تصل إلى حجمها فتجمع لتشجيع إنتاج أوراق صغيرة وطرية.

سلق برى **rumex/dock**

الفصيلة/العائلة: بطباطيات Polygonaceae (buck wheat)

بعض أوصاف

معظمها حوليات وعشبيات ذات سنتين. والأوراق السفلى كبيرة والأعلا أصفر والأزهار متعنقدة ذات لون مخضر أو محمر والثمار فُقَيْرَات achenes.

وبعض الأنواع:

حماض معروف *Rumex acetona* (rond) و حماض فرنسى Frensh sorrel (*R. scutalus*) وحماض اسفاناخى patience herb أو spinach-dock (*R. patienta*). و spinach rhubark (*R. abyssinicus*) تزرع أحياناً كخضروات مأكلة أما *R. hymenoseplus* فتزرع لدرناتها التى تحتوى تانين.

(الشهابى)

سَمَّـر

إسمرار **browning**

الإسمرار الإنزيمى enzymatic browning

تغير اللون الذى يحدث فى المواد النباتية بعد تمزيق الخلية والذى ينتج عنه تلون صبغات سمراء/بنية وأحياناً صفراء وسوداء أو وردية هو فى الواقع ناتج عن الإسمرار الإنزيمى. وفقد سلامة الخلية ينتج عنه خروج مواد التفاعل الفينولية والإنزيمات وبعد ذلك فى وجود الأكسجين الجزيئى يحدث الأكسدة وإنتاج مركبات الكينون الملونة. وهذا الإسمرار الإنزيمى ومايتبعه من تفاعلات غير إنزيمية يقلل من جودة الغذاء من ناحيتين: عضوية حسية وغذائية. وقليلاً مايكون

الإسمرار الإنزيمى مرغوباً (قراصيا وبلح وشاى وطباق ... الخ).

التسمية nomenclature

هناك نوعان من الإنزيمات تستطيع أن تعمل على الفينولات الثنائية diphenols فى وجود الأكسجين الجوى تبعاً لنظام التفاعل (الصورة ١) وكلاهما له الإسم العام أكسيداز عديد الفينول polyphenol oxidase وإن إختلفا فى طبيعتهما. وأول قسم من الإنزيمات: أكسيدازات الكاتيكول (ل أ ١. ١٠. ٣. ١ EC 1.10.3.1) تحفز تفاعلين مختلفين ١، ٢ من الصورة (١) أى أدركسلة الفينول الوحيد hydroxylation of monophenols إلى -أ ثنائى الفينولات (نشاط الكريزولاز) وأكسدة أ-ثنائى الفينولات إلى أ-كينونات O-quinones (نشاط كاتيكولاز). وكلا التفاعلين يستهلك أكسيجيناً فجزىء واحد من الأكسجين لكل جزىء من الفينول الوحيد معطياً جزىء واحد من أ- كيتون. والقسم الثانى: لاكازات (ل أ ١. ١٠. ٣. ٢ laccases (EC 1.10.3.2 تؤكسد أ-ثنائى الكينونات وكذلك بارا ثنائى الكينونات p-diphenols مكونة الكينونات المقابلة (تفاعل ٣ من الصورة ١) فتأخذ ذرة واحدة من الأكسجين لكل جزىء من ثنائى الفينول لتعطى جزيئاً واحداً من الكينون. والمقدرة الفريدة لأكسدة الباراكينونات يمكن أن تستخدم لتمييز نشاط اللاكاز من نشاط القسم الأول لأكسيدازات عديد الفينول. وفى كل الحالات فإن الكينونات المتكونة متفاعلة جداً ويتوقف على طبيعة وتركيز الأنواع المتفاعلة فى الوسط فإنها تستطيع أن تدخل فى تفاعلات ثانوية غير انزيمية.

وتسمية هذه الإنزيمات مشوشة إلى حد ما لأنه بجانب الاثنين المسميان ل أ ١. ١٠. ٣. ١، ١. ١٠. ٣. ٢ يوجد ثالث ل أ ١. ١٤. ١٨. ١ EC 1.14.18.1 ويرمز اليه بإسم أحادى الأكسيجيناز أحادى الفينول (تيروسيناز tyrosinase) ويتوافق مع الإنزيمات ل أ ١. ١٠. ٣. ١ ولكنها تحفز أدركسلة الفينولات الأحادية. وللتبسيط ستستخدم المصطلحات العامة من أكسيداز عديد الفينول (أ.ع.ف PPO) للقسم الأول ل أ ١. ١٠. ٣. ١ ولاكاز للقسم الثانى ل أ ل أ ١. ١٠. ٣. ٢.

❖ عوامل الإسمرار الإنزيمى
enzymatic browning factors

• الإنزيمات enzymes

أكسيدازات عديد الفينول (ل أ ١. ١٠. ٣. ١ polyphenol oxidases (EC 1.10.3.1 أ.ع.ف (أكسيداز عديد الفينول) هى أكسيدازات مختزلة نحاسية copper oxidoreductases تظهر نشاط كلاً من كريزولاز cresolase وكاتيكولاز catecholase. ولكن كثيراً من الخواص الإنزيمية لها نشاط كريزولاز أو لايوجد مطلقاً. فكثيراً مايفقد نشاط الكريزولاز فى التنقية. وعلى ذلك ففى التحضير نسبة نشاط الكاتيكولاز إلى نشاط الكريزولاز – إذا وجد – يمكن أن تختلف من ١ إلى أكثر من ٤٠.

صورة (١): تفاعلات محفزة بأكسيدازات عديد الفينول.

أ.ع.ف يوجد فى عدد من النباتات وهو يمكن أن يكون له نشاط مختلف من عضو إلى آخر وربما داخل العضو نفسه. ويختلف فى أجزاء مختلفة من الخلية (حبيبات اليخضور chloroplasts) وعلى الأخص الثيلاكويدات thylokoids والسبحيات والبيروكسى زومات peroxisomes حيث الإنزيمات ترتبط بالأغشية فى الجزء السائل من الخلية. ودرجة الإرتباط بالأغشية تختلف بالنسبة للنسيج وحالة تطور النمو ontogenic state. وعلى ذلك فإن نشاط أ.ع.ف أعلا ويوجد معظمه

بأشكال مرتبطة فى الفواكه الخضراء الصغيرة حيث عامة تقل بينما نسبة الأشكال الذائبة تزيد فى الفاكهة الناضجة. وإستخلاص نشاط أ.ع.ف PPO من المصادر النباتية معقد بوجود مواد تفاعل فينولية داخلية والتى تتأكسد ثم تتفاعل مع البروتينات وبجانب هدم النشاط فإنها قد تعمل على خلق إنزيمات جديدة. ويمكن منع هذا التأكسد عن طريق إضافة عامل مختزل (حمض اسكوربيك أو ثيول) و/أو مركب يعقد الفينول (مثل عديد الأميد أو عديد الفينيل عديد البيروليدون ع.ف.ع.ب PVPP polyvinyl polypyrrolidone أو جليكول عديد الإيثيلين polyethylene glycol) إلى محلول الإستخلاص، وطريقة الإذابة بعد تحضير مسحوق الأسيتون يمكن إستخدامها. والمنظفات (تريتون ١٠٠× أو ١١٤× triton X100 or X114) يمكن إستخدامها كذلك ولكن قد ينتج عنها تحويرات فى تركيب الإنزيم وخواصه. ومعظم طرق التنقية مبنية على ترسيب جزئى بواسطة كبريتات الأمونيوم ثم واحد من عدة خطوات كروماتوجرافية ولكن بالنسبة للعمل على الفطر fungi فإن هناك إنزيمات قليلة والتى تم تنقيتها ومعرفة خواصها كاملة من الفاكهة وتبلغ الأوزان الجزيئية لـ أ.ع.ف مابين ٣٠، ١٣٠ كيلو دالتون وهذا المدى المتسع غالباً يرجع إلى أشكال متبلمرة.

ومعظم أ.ع.ف أظهرت أمثل نشاط مابين جيد ٤، ٧. ويرجع الإختلاف إلى نسب مشابهات الإنزيمات isoenzymes والتى لها جيد أمثل بَيِّن. كما أن أمثل جيد تختلف بإختلاف مادة التفاعل الفينولية وتبلغ درجة الحرارة المثلى مابين ١٥ إلى ٤٠°م وتعتمد على نفس العوامل التى يعتمد عليها الـ جيد.

• لاكازات laccases

(ل أ ١.١٠.٣.٢ EC 1.10.3.2)

تقوم اللاكازات بحفز أكسدة أ وبارا ثنائى الفينولات إلى كيتوناتها المقابلة تبعاً للتفاعل٣ فى الصورة (١). وهى توجد فى النبات بدرجة أقل من أ.ع.ف ووجدت فى الجنس *Rhus* (شجرة اللك اليابانية) وفى كثير من الفطر fungi وهى غالباً لاتوجد فى الفاكهة والخضر فيما عدا بعض أصناف الخوخ والمشمش. ولكن الفصل مابين اللاكازات و أ.ع.ف ليس سهلاً حيث أن وجود الفينولات الداخلية يمكنها أن تعزز الأكسدة المزدوجة للبارافينولات وبذا تؤدى إلى نتائج خاطئة على وجود نشاط لاكاز. ويمكن إستخدام مثبطات مختارة لتقدير نوع النشاط فحمض السيناميك وحمض ساليسيل ايدروكسى اميك salicyl hydroxyamic acid والفينيل ايدرازين phenylhydrazine وأول أكسيد الكربون carbon monoxide يثبط نشاط أ.ع.ف بدرجة متخصصة أكثر فى حين المنظف الموجب cationic (بروميد ثالث ميثيل الأمونيوم trimethyl ammonium bromide) هو أكثر تخصصاً للاكازات.

ولاكازات الفطر fungi هى جليكوبروتينات مع تحت وحدة أساسية تتكون من سلسلة ببتيد عديد واحدة (٥٠ - ٧٠ كيلو دالتون) وتحتوى على نسبة كبيرة من الكربوايدرات (١٠ - ٤٥٪) وأربع ذرات

نحاس. وتأثير رقم $جـ_{يد}$ على نشاط اللاكاز مشابه لذلك على أ.ع.ف أي $جـ_{يد}$ أمثل يتراوح مابين ٤ - ٧,٥ ويعتمد على مادة التفاعل المستخدمة.

• البيروكسيدازات peroxidases

(ل أ ١. ١١. ١. ٧ EC 1.11.1.7)

البيروكسيدازات إنزيمات مهمتها الأساسية هي أكسدة معطيات الأيدروجين على حساب البيروكسيدات وهي متخصصة جداً لبيروكسيد الأيدروجين ولكنها تتقبل عدداً كبيراً من معطيات الأيدروجين ومن بينها عديد الفينولات polyphenols وتفاعلها

$$س\ يد_٢ + يد_٢\ أ_٢ \longrightarrow س + ٢ يد_٢\ أ \quad (1)$$

وهي جليكوبروتينات مع وجود مركب هيماتين haematin كعامل مقارن. ويتراوح مدى الوزن الجزيئي مابين ٣٠ - ٥٥ كيلو دالتون. ويتوقف على مصدر الإنزيم والإنزيم المشابه تحت الإعتبار ومادة التفاعل المعطية للأيدروجين فإن نشاطه الأمثل يقع مابين $جـ_{يد}$ ٤ - ٧. وبعض مشابهات الإنزيم ثابتة ضد الحرارة لذا تستخدم في معرفة تمام عملية السلق.

والمنتجات الأولية في الفينولات المؤكسدة مشابهة لتلك التي يحصل عليها من أ.ع.ف واللاكازات. وبالرغم من أن البيروكسيدازات تنتشر في النباتات خاصة فيظهر أنها ترتبط كثيراً بالإسمرار الإنزيمي للخضر والفاكهة بعد ضغط ميكانيكي ربما لأن نشاط البيروكسيداز محدد بالمستوى الداخلي لبيروكسيد الأيدروجين. ولكن علاقتها بالعمليات البطيئة مثل الإسمرار الداخلي أثناء التخزين التبريدي للفواكه ممكن.

• مواد التفاعل substrates

التعرض للإسمرار يختلف بدرجة كبيرة من نبات لآخر ويرجع هذا الإختلاف لعوامل كمية ونوعية للمحتوى الفينولي. ومن بين المركبات الفينولية الموجودة في الفواكه والخضر يوجد عدد صغير يعمل كمواد تفاعل مباشرة لـ أ.ع.ف. ومشتقات حمض الكافييك caffeic acid والفلافان ٣-أولات الأحادية monomeric flavan-3-ols (أساساً (+)-(جاللو) كاتيكين (gallo)-(+) cathechin و (-)-(جاللو) ايبي كاتيكين epicathechin (gallo)-(-)) يبدو أنها أحسن مواد تفاعل. والفينولات الأخرى كالأنثوسيانينات والفلافونولات والأشكال المكثفة من فلافان-٣-أول (التانينات) flavan-3-ols هي ضعيفة إذا لم تكن تؤكسد بـ أ.ع.ف. ونفس الشيء يحدث لأقسام الفينولات (فلافونات وفلافانونات وفلافونونولات والتشالكونات وثنائي ايدروتشالكونات). وهذا النشاط المحدود ربما كان يرجع إلى وجود سكر في هذه الجزيئات والذي يمكن أن يسبب إعاقة نظراً لأن أشكال الأجليكون aglycone عادة مواد تفاعل جيدة لـ أ.ع.ف PPO. ومع ذلك فإن المركبات الفينولية والتي هي ليست مواد تفاعل غير مباشرة يمكنها المساهمة بنشاط في الإسمرار خلال تفاعلات أكسدة مزدوجة. وعلى ذلك ففي الأنظمة النموذجية ظهر أن هدم الأنثوسيانينات ومولدات السيانيدينات والفلافونولات بواسطة

أ.ع.ف تسرع كثيراً فى وجود مشتقات حمض الكافييك أو الكاتيكينات. و أ-كينونات المتكونة إنزيمياً من أى من المركبات الأخيرة يمكنها أن تشجع تفاعلات الأكسدة المتقارنة co-oxidation مؤدية لكل من إنحلال المركبات الأولى وإعادة توليد مواد تفاعل جيدة للتفاعلات الإنزيمية. وهذا الإنحلال والتبلمر المتقارن الفينولى الناتج عن الأكسدة المزدوجة غير الإنزيمية (تفاعلات ٢، ٣ فى الصورة ٢) تؤدى إلى منتجات قد تكون شديدة الإسمرار.

صورة (٢): تفاعلات الأورثوكيتونات مع المركبات الفينولية (كل التفاعلات غير إنزيمية فيما عدا تلك مع أ.ع.ف والتفاعلات (٢)، (٣) يمكنها إعادة توليد الفينول الأصلى). والمنتجات ذات شدة الألوان المختلفة بينت بالعلامة (النجمة).

وكثير من الدراسات أجريت على تخصص أ.ع.ف نحو مواد التفاعل الفينولية والظاهر أن ثم Km أعلا من ١ مليون جزىء 1 mM مبينة ميلاً ضعيفاً نسبياً. وإن كان هذا يختلف تبعاً للمصدر (الجدول ١). وبالعكس فإن دراسات قليلة أجريت على الأكسيجين وهو مادة التفاعل الأخرى. ومركبات الحالة الثابتة steady-state kinetics لـ أ.ع.ف تظهر أنه ربما اتبع ميكانيزم مرتب Bi-Bi وفيه يرتبط الأكسيجين أولاً. وقيم ثوابت التوازن هى فى مدى ٠,١ - ٠,٥ مليون جزىء مما يتوافق مع ميل ضعيف للأكسيجين إذا قورن باكسيداز السيتوكروم (٠,٥ - ١,٠ ميكروجزىء).

جدول (١): ثم (مليون جزىء) وقيم سق (معبراً عنها كنسبة مئوية من سق لحمض الكلوروجينك chlorogenic) لـ أ.ع.ف من مصادر مختلفة لثلاث مواد تفاعل طبيعية عادية.

	التفاح		العنب		الكمثرى		الخوخ	المشمش	البطاطس
	سق	ثم	سق	ثم	سق	ثم	سق	ثم	ثم
حمض الكلوروجينيك	١٠٠	٤,٢	١٠٠	٢,٥	١٠٠	١٦,١	١٠٠	١,٢	١٠,٤
(+)-كاتيكين	٥٨	٦,٢	٦٤	١	٦٠	٢,١	٣٧٣	٠,٧٤	-
حمض الكافييك	٨,١	٠,١٤	٦٩	٥,٥	٤٣	-	٦١	٠,٥	٢,٤-٢,٩

سق = السرعة القصوى ، ثم = ثابت ميكائيليس

• **نواتج التفاعل reaction products**

إن النواتج الأولية للأكسدة الإنزيمية هى أ-كينونات O-quinones وهذه الجزيئات لها خواص طيفية مختلفة ولونها يعتمد على رقم جيد والفينول الذى هو أصلاً منه وعامل الاندراس الجزيئى molar extinction coefficient على أقصى طول موجه معطى فى الجدول (٢) ويبين مدى واسع للتغير.

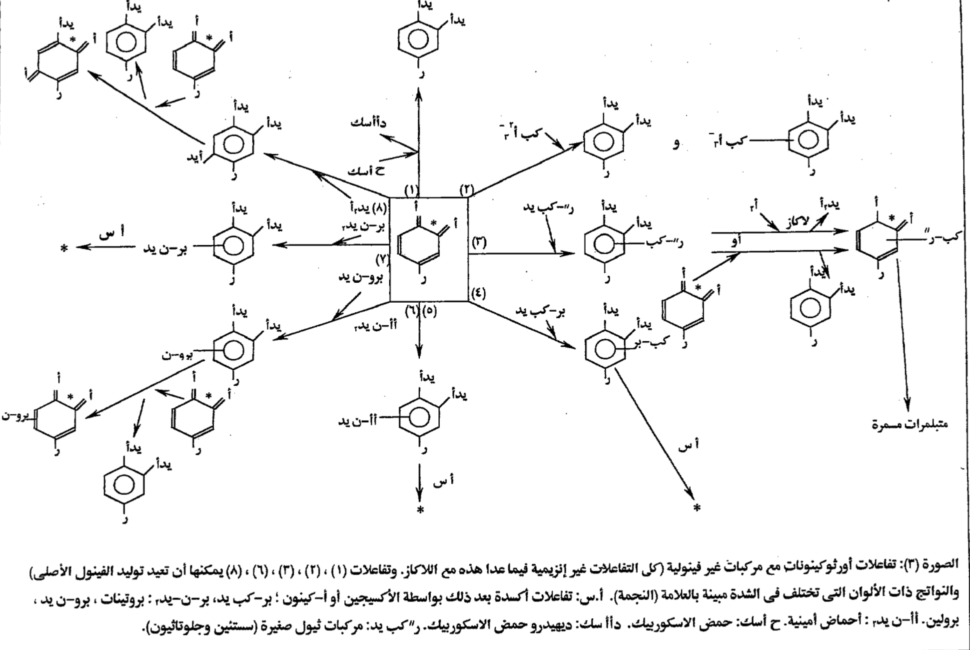
الجدول (٢): عوامل الاندراس الجزيئى للكينونات من مواد تفاعل أ-ثنائى الفينول لـ أ.ع.ف PPOs.

مادة التفاعل	طول الموجة	معامل الاندراس
بيروكاتيكول	٣٩٠	١٤١٧
٤-ت-بيوتيل كاتيكول	٤٠٠	١١٥٠
ل-دوبا L-DOPA	٤٨٠	٣٣٨٨
حمض الكلوروجينيك	٤٢٠	٢٠٠٠
٣-٤-ثنائى ايدروكسى-فينيل حمض الخليك	٣٩٠	١٣١١
٤-ميثيل كاتيكول	٤٠٠	١٤٠٠
حمض ايدروكافييك	٤١٢	١١٢٤
(+)-كاتيكين	٣٨٠	١٢٠٠

والألوان تختلف عن السلف precursor حيث بعد الأكسدة يكون الكاتيكين ذو لون أصفر براق وحمض الكلورجينيك لونه برتقالى مصفر كامد dull فى حين أن الدوبا DOPA وردية pink. وفوق ذلك فإن أ-كينونات هو مركبات متفاعلة كما هو موضح فى الصورتين (٢، ٣). فلنأخذ الصورة (٢) للتفاعلات مع المركبات الفينولية فالـ أ-كينونات يمكنها التفاعل مع جزىء فينولى آخر وينتج مزدوج dimer من الفينول الأصلى التفاعل (١). وهذا المزدوج وله تركيب أ-ثنائى الفينول يمكن أن يكون موضع إعادة تأكسد إما إنزيمياً أو بواسطة أ-كينون آخر ويعطى بضع وحيدات oligomers أكبر تختلف فى شدة إختلاف اللـــــــون. والـ أ-كينونات يمكنها أيضاً أن تتفاعل مع جزىء فينول مختلف مؤدية إلى بوليمر مقارن (تفاعل ٢) تعيد توليد الفينول الأصلى وتعطى أ-كينون مختلف (التفاعل ٣ أكسدة مزدوجة). وفى الصورة ٣ بالتقارن مع تفاعلات مع مركبات غير فينولية فإن تفاعل أكسدة مزدوجة يمكن أن يُرى مع حمض الاسكوربيك (تفاعل ١) حيث الفينول يعاد توليده مع تكوين دى أكسى حمـــض الأسكوربيــك.

ومع الكبريتات تتكون مركبات إضافية عديمة اللون مع إعادة الفينول (التفاعل ٢). والـ أ-كينونات يمكنها تكوين مركبات إضافية مع مجموعات الثيول thiol بواسطة استبدال الأيونات أو الجزيئات التى لها شحنة سالبة كاملة أو جزئية بحيث تستطيع أن تعطى نزوحاً فى الاليكترونات nucleophilic substitution لـذرة أخـرى (التفـاعل ٣، ٤). والسستئين إما حراً أو مرتبطاً فى ببتيدات صغيرة (مثل الجلوتاثيون) أو فى بروتينات كبيرة يعطى مركبات عديمة اللون. ولكن نظراً لتكوينها فى تركيب أ-ثنائى الفينول فهذه يمكن أن تتأكسد بواسطة اللاكاز أو تتفاعل مع زيادة من أ-كينونات (عن طريق ميكانيزم أكسدة مزدوجة) وتكون منتجات شديدة اللون. ونفس النوع من تفاعلات الإضافة تحدث مع مجموعات الأمينو (أمينات أولية أو ثانوية) ولو بدرجة أقل (التفاعلات ٥ - ٧) وعلى ذلك فإن الإستعاضة بالثيول أو مجموعات أمينو من البروتينات قد يحدث مؤدياً إلى تشابك مـــابين الجزيئات وداخل الجزيئات. وأخيراً فإن الماء يضاف إلى أ-كينونات ليكون ثلاثــى الفينــول triphenols والتى تتأكسد بسهولة بزيـــــادة مـن أ-كينون (بواسطة ميكانيزم أكسدة مزدوجة) مؤدية إلى الباراكينون (التفاعل ٨).

وتفاعل أو ثبات الـ أ-كينونات فى هذه الحالات يختلف فهو يعتمد بقوة على الفينول الأصلى وطبيعة إستبداله وعلى الوسط (تكوين ورقم جـ يد ودرجة الحرارة ....الخ). وعلى ذلك ففى نفس الظروف فإن أ-كينونات المشتقة من ٤-ميثيل كاتيكول 4-methylcatechol تكون أكثر ثباتاً عن تلك من حمض الكلوروجينيك والتى هى أكثر ثباتاً عن تلك من الكاتيكانات. وبالطبع فإن وجود جزيئات متفاعلة نع مجموعات أمينو أو ثيول فى الوسط يمكن أن تؤثر كثيـــراً على ثبـــــــات الـ أ-كينونات. وتفاعل المركبات المختزلة خاصة التى تدخل تفاعلات الأكسدة المزدوجة هى تحت ضبط جهد الأخسدة فى الأنظمة المعنية. وعلى ذلك فإن أ-كينونات فى حمض الكلوروجينيــــك



الصورة (٣): تفاعلات أورثوكينونات مع مركبات غير فينولية (كل التفاعلات غير إنزيمية فيما عدا هذه مع اللاكاز. وتفاعلات (١) ، (٢) ، (٣) ، (٦) ، (٨) يمكنها أن تعيد توليد الفينول الأصلى) والنواتج ذات الألوان التى تختلف فى الشدة مبينة بالعلامة (النجمة). أ.س: تفاعلات أكسدة بعد ذلك بواسطة الأكسيجين أو أ-كينون ؛ بر-كب يد، بر-ن-يد$_2$: بروتينات ، برو-ن يد ، برولين. أأ-ن يد$_2$: أحماض أمينية. ح أسك: حمض الاسكوربيك. د أ أ سك: ديهيدرو حمض الاسكوربيك. ر″كب يد: مركبات ثيول صغيرة (سستئين وجلوتاثيون).

تستطيع أن تؤكسد "بالتقارن" الكاتيكانات إلى أ-كينونات الكاتيكين وتعيد توليد حمض الكلوروجينيك بينما العكس غير صحيح.

❖ تثبيط الإسمرار الإنزيمي
inhibition of enzymatic browning

إن الطرق المختلفة في ضبط الإسمرار يمكن أن تقسم إلى ثلاثة أقسام ويتوقف ذلك على ما إذا كانت تؤثر على الإنزيمات ومواد التفاعل أو منتجات التفاعل. على أن بعض المثبطات يمكن أن تعمل في نفس الوقت على أكثر من واحد من هذه العوامل.

• الفعل على الإنزيمات **action on enzymes**

المعاملة الحرارية لمدة قصيرة مابين ٧٠ - ٩٠°م كافية لتثبيط أ.ع.ف وحيث أن جيد الأمثل لـ أ.ع.ف يقع مابين ٤ - ٧ وأن الفينولات أكثر إستعداداً للأكسدة عندما يرفع رقم جيد فإنه قد ينصح بالتحميض تحت رقم جيد ٤ بالرغم عن أن أ.ع.ف يكون نشطاً في بعض الأحيان.

و أ.ع.ف به نحاس كمجموعة بروستيتية فيثبط بكثير من خالبات المعادن مثل السيانيد والازايد azide وثنائي إيثيل ثنائي الثيوكاربامات diethyldithiocarbamate والإيثيل زانثات ethylxanthate ولو أن التثبيط يعتمد على مصدر أ.ع.ف. والتثبيط بأيونات الهالوجينات يتوقف على جيد ويزيد بنقص جيد وقد يحدث بتكوين معقد بين الهالوجين والنحاس والذي يعزز بقيم جيد منخفضة. ونظراً لتشابه تركيب مواد التفاعل الفينولية ومركبات الكربوكسيل الأروماتية فإنها عادة تكون مثبطات تنافسية. وفي حالة أ.ع.ف من التفاح فإن الخواص التثبيطية تتوقف كثيراً على التركيب (الجدول ٣). وعلى ذلك ففي حالة مستبدل substituent فإن التثبيط ينقص كما يلي: حمض السيناميك والبنزويك والفينيل بروبيونيك والفينيل خليك. وفي كل سلسلة فإن التثبيط عزز قليلاً بواسطة إستبدال بارا-ايدروكسي وأنقص كثيراً بواسطة استبدال ميتا-ميثوكسي m-methoxy. ووجود نواة البنزين ليس ضرورة حتمية للتأثير التثبيطي حيث أن حمض السوربيك وهو حمض كربوكسيلي اليفاتي -طويل السلسلة - وبه رابطتان مزدوجتان متقارنتان يكاد يكون له نفس تأثير حمض البنزويك. وفي جميع الحالات يزيد التثبيط بنقص جيد وأن مجموعات الكربوكسيل غير المتأينة هي المسئولة أساساً عن التثبيط.

• الفعل على مواد التفاعل
action on substrates

تثبيط الإسمرار الإنزيمي يمكن أن يتم بإزالة واحد من مادتي التفاعل الأكسجين والمركبات الفينولية من وسط التفاعل. وإزالة الأكسجين الكلية هي أكفأ طريقة لضبط الأكسدة الفينولية المحفزة بواسطة أ.ع.ف PPO. وهذه الطريقة يمكن تطبيقها على الأنسجة الميتة إما بخلق حاجز لإنتشار الأكسجين أو بخلق فراغ فهي غير قابلة للتطبيق على الأنسجة الحية نظراً لخطر إنحرافات الأيض المتسببة عن ظروف لاهوائية. أما بخصوص مواد التفاعل الفينولية فهناك طريقتان الأولى هي المنع الفيزيقي بواسطة مازات adsorbent/ عامل امتزاز متخصصة والأكثر إستعمالاً عديد الفينيل بيروليدون

polyvinylpyrrilidone (ع.ف.ب PVP) وشـكله غـير الذائـب عديـد الفينيـل عديـد بـيروليدون (ع.ف.ع.ب PVPP) وكلاهمـا كـفء فـي ضبـط الإسمرار الإنزيمـي. وقـد وجـد أن ع.ف.ب PVP مثبط تنافسى لـ أ.ع.ف PPOs. ويمكن إستخدام عوامل تعقيد أخرى للفينول مثل جليكـول عديـد الإيثيلين polyethylene glycol أو عديد الأميد polyamide. وبنفس الطريقة تعمـل البورات فى تعقب مجموعات أورثو-ثنائـى أيدروكسى O-dihydroxy فـى مـواد التفـاعل الفينوليـة. ثـم هنـاك الخـواص التثبيطيـة للدكسترينات الحلقيـة cyclodextrins وإن لم يعرف كيفية عملها تماماً. والطريقة الثانية من إزالة المركبات الكيماوية هـو تحويرها وهذا يمكن حدوثه بنوعين من الإنزيمات. والتحويـر الأول هــو مَثْلَـة methylation مــواد التفاعل أ-ثنـائى الفينـول o-diphenol لـ أ.ع.ف بواسطـة أورثـو-ميثيـل ترانسفيـراز O-methyltransferase (مثـلا يتحـول حمـض الكافييك إلى حمض فيروليك). وللأسف فإن هذه الطريقة يعوقها إرتفاع سعر الإنزيم (س-أدينوسيل ميثيونين : كاتيكول أورثو-ميثيل ترانسفيراز

S-adenosylmethionine : catechol O-methyltransferase

وواحد من مواد تفاعلها (س-أدينوسيل ميثيوثين). والتحوير الثانى هو الفتح التأكـدى للحلقة بواسطة بروتوكاتيشـوات protocatechuate ٣ ، ٤ ثنـائى الأكسيجيناز، ولكن فبجانب ثمنيا فإن الإنزيم لـه نشاط حفزى ضعيف على حمـض الكلوروجينيـك ومشتقاته.

الجدول (٣): ثوابت التثبيط لهالوجينات الصوديوم وبعض الأحماض الكربوكسيلية لـ أ.ع.ف PPOs فـى التفاح على رقم $جـ_{يد}$ ٤,٥. وكلها مثبطات منافسة فيما عدا كلوريد الصوديوم فهو غير منافس.

	$ث_{ط}$ (مليون جزئ)		$ث_{ط}$ (مليون جزئ)
يوديد الصوديوم	١١٧	سيناميك	٠,٠٩٢
بروميد الصوديوم	١٠٦	بارا-كوماريك	٠,٠٤
كلوريد الصوديوم	٢٠	فيروليك	٠,٢٩
فلوريد الصوديوم	٠,٠٧	سينابيك	١٥
بنزويك	٠,٦٤	خلات الفينايل	١٣
بارا-ايدروكسى بنزويك	٠,٥٧	بروبيونيك الفينيل	١,٤
فانيلليك	١٠	بارا-ايدروكسى فينيل بروبيونيك	١,١
سيرينجيك	٣٤,٥	سوربيك	٠,٥١

$ث_{ط}$: ثابت تحلل مركب الإنزيم - المثبط.

• الفعل على منتجات التفاعل
action on reaction products
الـ أورثـو-كينونـات منتجـات أوليـة متفاعلـة جـداً (الصـور ٢، ٣). وبإسـتخدام طـرق كيماويـة يمكـن إختزالهـا إلى أورثـو-ثنـائى الفينـولات أو تصـاد كمركبـات إضافيـة غـير ملونـة. ولكـن المنتجـات الثانوية الناتجـة أساسـاً عـن البلمـرة المؤكسـدة لـ أورثو-كينونات كثيراً ماتعطى مركبات ملونة جداً والتى تصبح أقل تفـاعلاً بتقـدم تفـاعل الإسمـرار. وعلى ذلك فيمكن إستخدام المركبات الموجـودة فى الجـزء من منتجات التفاعل والتى تعمل على الأورثـو كينونـات وبخاصـة حمـض الأسـكوربيك. ومركبـات الثيـول ومشـتقات الكـبريتيت يمكـن إسـتخدامها فـى ضبـط الإسمـرار الإنزيمـى ولكـن كفاءتها تقل فى منع الإسمرار إذا عطـل إستخدامها حتى يكون التفاعل قد إبتدأ.

وبجـانب الطـرق الكيماويـة فـإن الصبغـات السـمراء يمكن إزالتها بدرجة أو أخـرى - قـد تكـون كاملـة - بالمعاملـة الفيزيقيـة مثـل الترشـيح فـائق الدقـة ultrafiltration أو بإستخدام راتنجـات مـن أجـل إصطياد مبلمرات أورثـو-كينونـات وهـذه يمكـن أن تكـون طريقة ذات كفاءة فى ترويق السوائل كعصائر الفاكهة والنبيذ.

وأخيراً فقـد أجريـت دراسـات علـى إزالـة المثبطـات الطبيعيـة للإسمـرار الإنزيمـى فقـد وجـدت مركبـات منخفضـة الـوزن الجزيئـى مثبطـة فـى مزارع *Penicillium expansum* و *Dactylium dendroides*. وقـد وجـد أن مسـتخلصات العسـل الأبيض تحتوى مـواداً تسـتطيع تثبيـط نشـاط أ.ع.ف PPO ولكـن هـذه المـواد تم التعرف عليـها جزئياً وطريقة عملها غير معروفة.
(Macrae)

❖ الطرق العملية لمنع الإسمرار الإنزيمى
pactical methods of preventing enzymatic browning
هناك ثـلاث طـرق لمنـع الإسمـرار الإنزيمـى: إختيـار الصنف وطرق فيزيقية ومثبطات كيماوية.

إختيار المواد الخام
choice of raw material
بعض أنسجة النبات سواء خضر أو فاكهـة أقل عرضة للإسمـرار الإنزيمـى عـن غيرهـا. فمعظم العِنَبيَّـات - قمـام المنـاقع raspberry والكشـمش الأسـود black currant والريبـاس/عنب النصارى red currant وعنـب الـدب/عنـب الاحـراج bilberry لاتتأثر تقريباً. والأصنـاف الأخـرى سـرعان ماتسـمر بالتجميد والتيـع مـالم تعـامل بمضـادات الأكسـدة. وهـى عـادة غنيـة فـى الفينـولات وفقيرة فـى حمـض الإلأسـكوربيك كمـا هـو الحـال مـع الفواكـه ذات البذر pin (التفاح والكمثرى والسفرجل) أو الفواكـه الحجرية (المشـمش والخـوخ والـبرقوق). ويختلـف محتـوى الفينـول فـى الفواكـه والخضـر تبعـاً لطـور النضج والتربة والجو ولكن أيضاً يعتمـد علـى عوامل وراثية فالخوخ صنف السن بيم sun beam والذى لايسمر يحتوى على ٢٠ مرة فينولات أقل عن صنـف الألبرتا وهو حساس للإسمرار.

• الطرق الفيزيقية للمنع
physical methods of preventing
العوامل الميكانيكية

يشجع جرح النبات على الإسمرار وعلى ذلك فطريقة عمل أنصال المكن مهمة لضمان أن الفواكه والخضر تقطع بنظافة ولا تجرح الفواكه أو الخضر.

تأثير درجة الحرارة effect of temperature

البرد cold: يحدث إبطاء شديد للإسمرار الإنزيمى بخفض درجة الحرارة ومع ذلك فهناك تغيرات فى اللون عند درجة الصفر المئوى فيجب خفض درجة الحرارة فى التجميد سريعاً. وعلى ذلك فعش الغراب يجمد بالتبريد الشديد cryogenic إذا لم يعامل بمضادات الأكسدة ونفس الشيء بالنسبة لشرائح التفاح الأبيض والذى يسمر إذا زاد وقت التجميد عن ١٠ق. وقيمة لـ Q_{10} حوالى ١٨ للخوخ أنصاف ملتصق النواه وإذا إرتفعت درجة الحرارة فإن الإسمرار يبتدىء مرة أخرى إذا كانت أجهزة النبات قد تضررت بالتجميد والتقشير الكيماوى وعمل الشرائح.

الحرارة heat: السلق هو أبسط وأقصر طرق تثبيط الإنزيمات فتغمر المادة فى ماء يغلى أو شراب يغلى أو بخار بالقرب من ١٠٠°م لمدة ١-٦ دقائق. وأكسيدازات الكاتيكول تثبط على ٧٠°م تقريباً. والثبات ضد الحرارة يتوقف على رقم جيد وهو أكثر مايمكن عند جيد ٦ وينقص بالإرتفاع أو الإنخفاض عن هذه الدرجة.

ويستعمل السلق مع الخضروات التى تؤكل مطبوخة ومع هريس الفاكهة (المشمش) وهو لايستخدم مع الفواكه التى تؤكل كاملة أو شرائح لأنه ينتج عنه فقد التماسك وتغيرات فى النكهة.

الحماية ضد الأكسيجين
protection from oxygen

العبوات ضد الهواء: فى العلب المقفلة محكماً فإن الكريز المزال البذرة فى شراب لايسمر حتى على -٧°م بينما الفساد يدب إذا لم تكن العلبة محكمة القفل ويزداد هذا مع درجة الحرارة. والإسمرار يتوقف على درجة ملء العلبة أى مقدار الحيز العلوى.

الفراغ الجزئى partial vacuum: فراغ جزئى قدره ٣٨٠ تور torr يكفى لمنع الإسمرار من الخوخ المجمد فى شراب على -٧°م. على أنه يجب تجنب فراغ أقوى لأنه بالتيع تصبح الفاكهة إسفنجية والفواكه المعبأة فى شراب يصبح مظهرها نصف شفاف غير جذاب.

أجواء فقيرة فى الأكسيجين oxygen-poor atmospheres: يمكن الحصول على جو فقير فى الأكسيجين كيماوياً أو بإستخدام غاز خامل. فكيماوياً يؤكسد السكر حيث يرتبط السكر بالأكسيجين تحت تأثير أكسيداز الجلوكوز ليعطى حمض جلوكونيك وثانى أكسيد الكربون والنتروجين يحمى الفواكه المجمدة ويحمى النكهة.

تسكير الفاكهة sugaring of fruit: تُغْمَس الفاكهة فى شراب سكرى فيؤدى السكر (عادة

سكروز) إلى زيادة الضغط التناضحي ويُزيد من لزوجة المحلول وربما يكون له تثبيط خفيف إذا زاد عن ٢٠٪. وفي حالة الفواكه المعدة للعصير أو الشراب أو الليكير أو الهريس يستعمل تركيز ١ : ٩ إلى ١ : ٤ (سكر جاف إلى فاكهة).

والفاكهة المعدة للإستهلاك المباشر تحفظ تحت شراب ٣٠-٤٠° بريكس للكريز والكمثرى والبرقوق و٤٠ - ٦٠° بريكس للفراولة والمشمش والخوخ و ٤٠ - ٥٥٠ بريكس للموز والتفاح والنكتارين. والشراب وحده غير كاف فيضاف مضاد أكسدة والمستخدم هو حمض الاسكوربيك ومشتقاته أو يستخدم حمض سيتريك خاصة مع الموز المقشر المجمد. والشراب إما من سكروز فقط أو مخلوط من سكروز مع جلوكوز الذرة.

• الطرق الكيماوية للمنع
chemical methods of prevention

حمض الاسكوربيك

يؤدى حمض الاسكوربيك وحمض الدى ايدرو اسكوربيك إلى تقليل الأورثو-كينونات وتستخدم تركيزات من ١,٠ - ٠,٣٪ إذا كانت الظروف الخارجية لاتسمح بالإسمرار مثل درجة حرارة منخفضة ووسط حمضي وقليل من الأكسيجين. وهو يعمل عندما يخلط جيداً في السائل أو العجين paste (عصير التفاح وهريسه) ويستخدم بتركيزات ٠,٢ - ٠,٢٥٪ في الشراب الذي يغطي الفاكهة المجمدة. ومن عيوب حمض الاسكوربيك أنه يختفي بسرعة من الوسط ولتجنب هذا العيب يستخدم ثاني فوسفات الحمض الاسكوربيك ascorbic acid 2-phosphate أو ثلاثي فوسفات حمض الاسكوربيك ascorbic acid triphosphate. وهذه المركبات ليست عوامل إختزال ولكنها تبقى ثابتة في وجود الأكسيجين وتتحملاً تدريجياً مطلقة حمض الاسكوربيك بتأثير عمل الفوسفاتازات phosphatases الموجودة في أنسجة النبات. ولكنها غير مؤثرة إذا كان الوسط حامضي جداً (مثل عصير التفاح جيد ٣,٧) حيث يكون نشاط الفوسفاتازات منخفض جداً. ومع ذلك فهي مؤثرة في شرائح التفاح المنقوع (٠,٨٪) في التخزين التبريدي.

وبالميتات الاسكوربيك ascorbic palmitate وهي قابلة للذوبان في الدهن أكثر فاعلية مع عصير الفاكهة عند إستخدامها بنسبة ٢٠٠ جزء في المليون وإن كان عدم ذوبانها في الماء يجعلها غير مؤثرة في محاليل النقع.

كلوريد الصوديوم

على رقم جيد أقل من ٥,٥ الملح مثبط جيد للإسمرار الإنزيمي ويمكن إستخدامه مع حمض السيتريك وقد يستخدم بتركيزات منخفضة (١ - ٢٪) لحماية شرائح التفاح التي ستجمد أو تؤكل طازجة لمدة لاتزيد على دقيقة وبإستخدامه مع حمض الاسكوربيك يطيل من مدة فعل الحمض.

حمض السيتريك

يستخدم في التجميد وفي الفواكه المحفوظة في شراب فيعمل في ماء غسيل الخوخ المقشر كيماوياً بتركيز ١٪.

ثانى أكسيد الكبريت ومشتقاته

هو أكثر المثبطات الكيماوية كفاءة – كما أنه مطهر ويعمل فى تركيزات منخفضة جداً وغير غال. وهو يعمل فى ثلاثة أمور: تكوين مركبات إضافة عديمة اللون مع الأورثو-كينونات الملونة، إختزال أورثو-كينونات إلى مكوناتها الأصلية أورثو-ثنائى الكينون وهى عديمة اللون. وتثبيط أكسيداز الكاتيكول. كما يتفاعل مع الكينونات والألدهيدات. وقوة الإرتباط تختلف مع رقم جيد ونوع الجزىء. وربما كانت هذه المنتجات سبب النكهة غير العادية والتى تتكون أحياناً عند إستخدام كب أ٢ بتركيزات عالية. ويمكن إستخدامه كغاز أو محاليل مائية من كبريتيت الصوديوم أو بيكبريتيته. والكبريتيت فإنه يكون أقل سرعة ولكن يمكن ضبطه بسهولة وينتج عنه تغيرات قليلة فى النكهة وهو يصلح للتفاح والمشمش فتغمس الشرائح أو أنصاف الفاكهة لمدة ٣ – ٤ ق فى محاليل تحتوى ٠,٤ – ٠,٥٪ كب أ٢.

والميل الآن للحد من إستخدام كب أ٢ أو منعه تماماً نظراً لأنه وجد أنه متورط فى حالات الأزمة.

طرق تقدير الإسمرار الإنزيمى

assay for evaluation of browning

يوجد نوعان من الطرق الأول يستخدم مقاييس الإمتصاص عادة فى منطقة ٤٠٠ نانومتر على المحاليل بعد الإستخلاص وتنقية الصبغات السمراء. والثانى يستخدم تقدير اللون الإنعكاسى ذى الثلاث منشطات tristimulus reflectance colorimetry والذى يمكن تطبيقه مباشرة على الأسطح المقطوعة أو على هريس الفاكهة ولو أن كلا الطريقتين سهلة وسريعة إلا أن لها عيوباً.

فمقاييس الإمتصاص absorption measurements تقدر فقط الصبغات الذائبة. وبتقدم التفاعل يحدث بلمرة وذوبان جزء كبير من الصبغات السمراء ينقص. والأجزاء غير الذائبة تمنع فى خطوات الترشيح والطرد المركزى فى عمليات التنقية. وبجانب ذلك فإن الصبغات تتوقف على الفينولات الأصلية وعلى نسبها فطول الموجة لأقصى إمتصاص يتراوح مابين ٣٦٠ – ٥٠٠ نانومتر وعلى ذلك فالقياس عند طول موجة واحد فقير الإرتباط بتقدير الإسمرار.

أما فى طريقة تقدير اللون الإنعكاسى ذى الثلاث منشطات فهذه تعطى قيم ل L (إضاءة/إشراق lightness)، أ a (إخضرار greenness أو إحمرار redness)، ب b (إزرقاق blueness أو إصفرار yellowness). وتتوقف القيم على طريقة القياس وعلى حالة السطح المقاس. ومعظم البحاث يقيسوى الإنخفاض فى الإضاءة/الإشراق δ lightness ل δL – أى الفرق مابين قيم ل L قبل وبعد الإسمرار – لقياس مدى الإسمرار. والبعض إقترح معلماً أكثر حنكة وهو فرق اللون δ ئى δE ويمكن حسابه كالآتى:

$$\delta \text{ ئى} = \sqrt{[(\delta \text{ ل})^{٢} + (\delta \text{ أ})^{٢} + (\delta \text{ ب})^{٢}}$$

$$\delta E = \sqrt{[(\delta L)^2 + (\delta a)^2 + (\delta b)^2}$$

وقد حاول كثيرون عمل إرتباطات مابين مدى الإسمرار مقاساً بإحدى هذه الطرق مع المحتوى

الفينولي أو نشاط أكسيداز عديد الفينول (أ.ع.ف PPO) (الجدول ٤) ولكن لم يوجد أي إرتباط حاد وهذا يمكن عَزْوُه إلى أن طرق تقدير الإسمرار تقريبية ومطلوب تخصص أكثر وإما فإن المعلم الكيماوي وخاصة المحتوى الفينولي لايكفي لشرح مدى الإسمرار. والـ أ.ع.ف PPO له تخصص واسع تجاه المركبات الفينولية وأن الصبغات الناتجة عن هذه الفينولات تختلف إختلافا كبيرا من حيث شدة اللون والخضّب hue. كذلك فإن عوامل أخرى تتدخل بعضها كيماوي مثل الحموضة وتركيز المواد المختزلة كحمض الاسكوربيك وأخرى فيزيقية كالقوام.

جدول (٤) العلاقة مابين مدى الإسمرار والمحتوى الفينولي ونشاط أ.ع.ف PPO في أنواع الفاكهة.

النوع	عدد الأصناف	إرتباط مع [أ]		الطريقة المستخدمة [ب]
		المواد الفينولية	أ.ع.ف	
أفوكادو	٣	صفر	+	بصريا visual
	٦	صفر	+	بصريا
باذنجان	٣		+	بصريا
تفاح	٧	صفر	صفر	م (أ = ٤٤٠ نانومتر)
	٣	+	صفر	م (أ = ٤٤٠ نانومتر)
	٤	صفر	+	م (أ = ٤٤٠ نانومتر)
	٦ – ٨	+		ع (منشط ثلاثي)
زيتون	٦	+	+	ع (٥٤٥ نانومتر)
	٥		+	م (أ = ٤١٠ نانومتر)
	٥	+	+	م (أ = ٤١٠ نانومتر)
	٩	+		م (أ = ٤٠٠ نانومتر)
خوخ	٦	+		م (أ = ٣٩٥ نانومتر)
عنب	٩ (أحمر)	صفر	+	م (أ = ٤٣٠ نانومتر)
	١٩ (أبيض)	صفر	صفر	م (أ = ٤٣٠ نانومتر)
كمثرى	٦	+		ع (٥٤٠ نانومتر)
موز	٣ – ٥	صفر	+	بصريا

أ: صفر = لاإرتباط ، + : إرتباط موجب

ب: م = إمتصاص ، ع: إنعكاس (إما على طول موجة واحدة أو المنشط الثلاثي)

(Macrae)

وحمض الاسكوربيك مثبط جيد للإسمرار ولكن لايمكن إستخدامه دائماً وهو غالي الثمن. وحمض السيتريك وكلوريد الصوديوم لها نفع محدود وغالباً مايكملان بعضهما البعض. وهذا يترك كب أ٢ كمادة ذات كفاءة ورخيصة ولكن لها آثار جانبية غيرمرغوبة. والطرق الحالية لقياس الإسمرار تعطى معلومات نافعة عن الإختلافات فى اللون وكثافته ولكن هذا التقدير غير كامل فحدة عين الإنسان فى إدراك الإختلاف فى الخَضْب hue أو اللون color تنقص بشدة عندما يغمق اللون أو يميل للتشبع ويبقى أن يتم عمل الكثير من الأبحاث لعمل إرتباط جيد مابين القياسات الآلية وتفضيل المستهلك.

إسمرار غير إنزيمي
non-enzymatic browning

التفاعلات المعقدة مابين السكريات المختزلة والمجموعات الأمينية الحرة فى الأحماض الأمينية والبروتينات تعرف بإسم الإسمرار غير الإنزيمى non-enzymatic browning أو تفاعل مايارد Maillard وينتج تبعاً لظروف التفاعل وهى زمن التفاعل ودرجة الحرارة وتركيز المواد المتفاعلة ورقم جيد.

وفى الأغذية أساساً السكريات الأحادية (الجلوكوز والفركتوز) والسكريات الثانوية (المالتوز واللاكتوز) وفى بعض الأحيان (كما فى اللحم) البنتوزات المختزلة تتفاعل مع الأحماض الأمينية و/أو البروتينات. أما السكريات المتصلة برابطة جليكوسيدية كما فى الجليكوبروتينات وجليكوليبيدات ومركبات الفلافونويد أو السكريات الثنائية مثل السكروز فتساهم فى الإسمرار غير الإنزيمى بعد كسر الرابطة الجليكوسيدية. والأحماض الهكسوزونية فهى تعمل كالبنتوزات أى أنه فى الإسمرار غير الإنزيمى يتم إزالة الكربوكسيل. وفى بعض الحالات كما فى الجبن الأمينات البيوجينية تعمل كالمكون الأمينى. والأمونيا حالة خاصة فهى تتكون بكميات صغيرة من الأحماض الأمينية أثناء الإسمرار غير الإنزيمى (تكسر ستركر Strecker degradation) وهى تستخدم بكميات كبيرة فى إنتاج نوع من لون الكارامل caramel color. وعموماً فبالنسبة للإسمرار غير الإنزيمى الأمينات الأولية أهم من الأمينات الثانوية. وعلى ذلك ففى البروتينات مجموعة الأمين الأولية للسلسلة الجانبية للحمض الأمينى ليسين هى التى تسود فى التفاعل وحيثما توجد فى الأغذية فى حالة حرة فإن الأحماض الأمينية الأولية هى التى تتفاعل. على أنه فى الحبوب ومنتجاتها (النتيشة والبيرة) توجد كميات معقولة من الحمض الأمينى الثانوى برولين. وحديثاً وجد أن الإسمرار غير الإنزيمى يحدث فى جسم الإنسان. وكقاعدة عامة فإن طول عمر النصف half-life للبروتين يقابله كمية أكبر من تفاعل مايارد Maillard أى أن عوامل هامة هى العمر أو بقاء البروتين فى الجسم وتركيز الجلوكوز خاصة فى مرضى البول السكرى وكثير من الأعراض التى تظهر على مرضى البول السكرى تشبه تغيرات الشيخوخة premature ageing (العجز) والتى تؤدى إلى إمكان أن الجلوكوز - بسبب تفاعله مع

البروتينات – هو أساساً مرتبط بالعملية البطيئة لتغيرات الشيخوخة ageing (العجز).

الكيمياء chemistry

فى التفاعل مع السكريات المختزلة فإن الأمينات تعمل كقواعد أو أحماض (ويتوقف ذلك على جيد) محفزة تكوين الإينول enolization وأيونات أو جزيئات لها شحنة بحيث تستطيع أن تعطى زوجاً من الاليكترونات لـدرة أخرى nucleophiles بحيث تهاجم مجموعات الكربونيل ...الخ.

ومنتجات التفاعل الأولية للجلوكوز والفركتوز هى الجليكوزيلامينات glycosylamines (١) والأمينوكيتوزات (٢) أو أمينو الدوزان (٣) amino ketoses & amino aldoses. والجليكوزيلامينات (١) الثابتة نسبياً يحصل عليها من أمينات أروماتية وأمينات غير متجانسة heterocyclic (مثل الأدينوسين ثلاثى الفوسفات). والجليكوزيلامينات للأحماض الأمينية أو الأمينات الأليفاتية سرعان ماتترتب فى امينوكيتوزات aminoketoses (٢) (إعادة ترتيب أمادورى Amadori rearrangement) أو أمينو الدوزات (٣) (إعادة ترتيب هيينز Heyns). والأمينوكيتوزات (أو مركبات أمادورى Amadori compounds) توجد فى الأغذية المسخنة أو المخزنة بجانب نواتج أخرى وكذلك فى الفاكهة المجففة وفى الخضر واللبن وصلصة الصويا. وهى توجد فى محاليل النقع التى تحتوى على جلوكوز وأحماض أمينية والتى يُنْوَى أن تعطى للتغذية غير المعوية. وهى توجد فى جسم الإنسان وبنسبة أعلا فى مرضى البول السكرى. والأمينو الدوزات (٣) غير ثابتة وتتفاعل مرة أخرى.

والدى أوكسى أوزونات (٤ – ٧) deoxyosones تتكون كمنتجات للهدم من الأمينوكيتوزات والأمينو الدوزات فى مدى جيد ٤ – ٧. وهى يمكن وصفها بأنها منتجات ترتيب داخل الجزىء غير متناسب intramolecular disproportionation للسكريات التى يحدث بها تفاعلات بعد ذلك بسرعة أكثر من التفاعلات الأصلية. والمنتجات التى تنتج عن ٣-دى أوكسى أوزون (٤) هى اللاكتون (٨) والأيدروكسى ميثيل فرفيورال (٩) hydroxymethyl furfural والمنتجات المحتوية على نتروجين (١٠ – ١٢). والمالتوزازين (١٢) maltoxazine هو ناتج هام عندما يسخن البرولين مع الهكسوزان. وفى تكوين البيرولات (١٣)، (١٤) pyrroles فإن مساهمة (٤) يمكن أن تفترض. كما أن تركيب المركبات الملونة (١٥)، (١٦) يبين مساهمة (٤). وفى تفاعلات الكارامل caramelization أى تسخين السكريات إلى أعلا من ١٣٠°م فى غياب الأمينات فإن الفيوران (٩) furane هو المركب المتطاير الرئيسى.

وإلى حد ما فإن ١-دى أكسى أوزونات 1-deoxyosones يتحول إلى مركبات لها التركيب العام الريدكتونى (١٧) reductone. والتدوير cyclization وتكوين الأينولات enolization وفقد الماء يؤدى إلى عديد من المنتجات. فمن البنتوزانات ٦-دى أوكسى

هكسوزات 6-deoxyhexoses (مثل الرامنوز rhamnose) ومن الهكسوزات hexoses تتكون الفيورانونات furanones (١٨ - ٢٠) خلال ١-دى أوكسى أوزونات. والمركب (١٨) يلعب دوراً هاماً فى إسمرار/بنية البنتوزات pentoses فمن التركيبات اللونية (٢١)، (٢٢) يمكن أن يرى مساهمة (١٨). والفيورانون furanone (٩) له عتبة رائحة منخفضة جداً وعبير (فاكهى/كارامل مشوى) مما يجعله مقبولاً وهو يصنع على نطاق كبير نسبياً ويضاف لكثير من المنتجات. والبيرانون pyranone (٢٣) يمكن إستخدامه كدليل عام لحدوث الإسمرار/البنية غير الإنزيمية non-enzymatic browning حيث توجد الهكسوزات فى معظم الأغذية. والأيدروكسى-فيورانون (٢٤) hydroxyfuranone يحدث له تفاعلات بعد ذلك ولذا يوجد -حتى إذا وجد - فى تركيزات منخفضة فى الأغذية أو الأنظمة الموديل. وفى وجود الأمينات الثنائية فإن أمينو هكسوز ردكتونات (٢٥) aminohexose reductones (ر=يد) يمكن الحصول عليها بنسب تصل إلى ٣٠٪.

والبيرولينونات pyrrolinpnes (ر=يد) وجدت فى مخاليط التفاعل والأمينات الأولية. وهذه المركبات تُسْتَشَعْ fluoresce بقوة وهى كالأمينوهكسوز ردكتونات لها خواص مضادة للأكسدة. ومن السكريات الثنائية يتكون السيكلوبنتينونات (٢٥) cyclopentenones والبيرولينونات (٢٦) pyrrolinones مع ر= α جلوكوز (α-جلو α-Glc)، ر=β جالاكتوز (β جال Gal β) حيث متبقيات الجالاكتوزيل والجلوكوزيل تستمر مرتبطة بالمركب الحلقى cyclic.

إن تفاعلات ١-دى أكسى أوزونات المشتقة من السكريات الثنائية تختلف فى بعض الأمور عن تلك الخاصة بالسكريات الأحادية. والمنتجات المتخصصة هى المركبات (٢٧ - ٣٤) (ر = α جلو α Glc ، β جال β-Gal) فمن الـ β-بيرانون (٢٧) β-pyranone والمالتول (٢٨) maltol ومشابه المالتول(٢٩) isomaltol تتكون الجالاكتوزيل أو الجلوكوزيل المرتبط عن طريق مجموعة جليكوسيد glycosidically. وأهم ناتج فى تفاعلات مخاليط السكريات الثنائية مع الأمينات الأولية هو البيريدون (٣٠) pyridone والبيرودونات بهذا التركيب يمكنها أن تربط المعادن مثل الحديد والألمونيوم إرتباطاً دقيقاً. ومن أمثلة منتجات السكريات الثنائية فى وجود الأمينات الأولية والثنائية البيرول (٣١) pyrrole والبنتينون الحلقى (٣٢) cyclopentenone والفيورانات (٣٣)، (٣٤) furanes. والتكون المصاحب للفيوران (٣٥) furane والبيرول (٣٦) pyrrole والبيريدينيم بيتاًن (٣٧) pyridinium betaine يمكن أن يفهم على أنه يحدث خلال ٤ دى أوكسى أوزون (٦) 4-deoxyosone.

وتكسير ١-أمينو-١، ٤-ثنائى دى أكسى أوزون (٧) 1-amino-1,4-dideoxyosone يؤدى إلى أمينوأسيتيل فيوران (٣٨) aminoacetyl furane والأمينوردكتون (٣٩). والفيوران (٣٨) يتفاعل جداً على جهد ٤ - ٧ ولذا هو يدخل فى كثير من

ر = ن يد ر ، ار = أ يد

(١) (٢) (٣) (٤) (٥) (٦)

(٧) (٨) (٩) (١٠) (١١)

(١٢) (١٣) (١٤) (١٥)

س = ص = أ- ، ن-

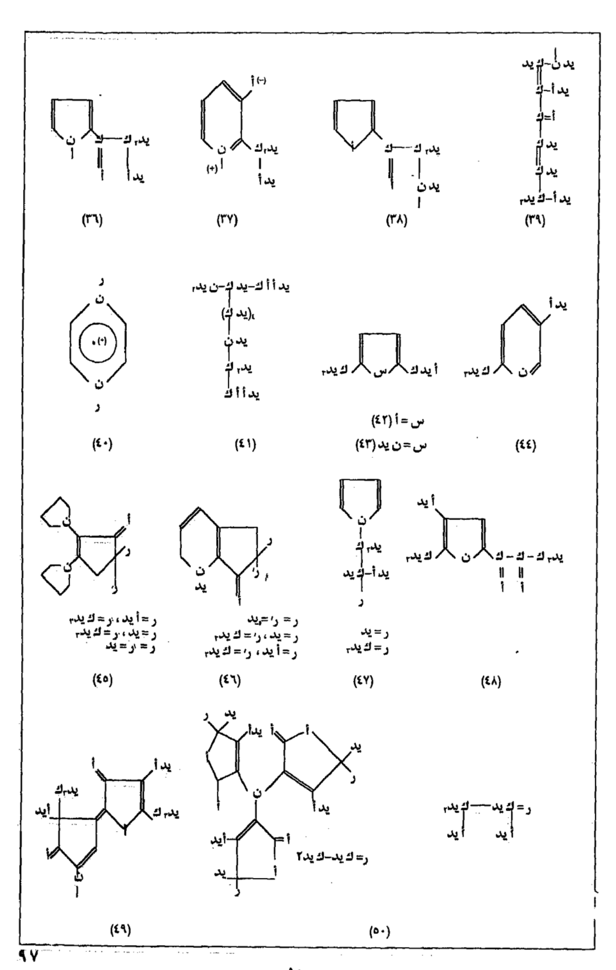
(١٦) (١٧) (١٨) (١٩)

(٢٣) (٢٢) (٢١) (٢٠)

(٢٧) (٢٦) (٢٥) (٢٤)

(٣١) (٣٠) (٢٩) (٢٨)

(٣٥) (٣٤) (٣٣) (٣٢)


(٣٦)
(٣٧)
(٣٨)
(٣٩)
(٤٠)
(٤١)
س = أ (٤٢)
س = ن يد (٤٣)
(٤٤)
ر = أ يد ، ر = ك يد٣
ر = يد ، ر = ك يد٣
ر = ر = يد
(٤٥)
ر = ر = يد
ر = يد ، ر = ك يد٣
ر = أ يد ، ر = ك يد٣
(٤٦)
ر = يد
ر = ك يد٣
(٤٧)
(٤٨)
(٤٩)
ر = ك يد-ك يد٢
(٥٠)

تفاعلات الإسمرار. والأمينوردكتون (٣٩) aminoreductone عزل كمشتق ثلاثى الخلات triacetyl وهناك علامة على أن المولد precursor لايوجد فى تركيب مفتوح الحلقة.

والسكريات وكثير من منتجات تكسيرها يمكنها أن تكون تفاعلات من نوع الألدول الخلفية/الرجعية retroaldol. ويتبعها فى بعض الأحيان أكسدة و/أو تجفيف dehydration. وبعض منتجات الإنشقاق cleavage متفاعلة جداً ويحدث لها تفاعلات تكثيف. وفى الطور الأول للإسمرار غير الإنزيمى فإن أجزاء ك٢ C_2 تسود وهذه تكون قد تكونت من الألدوز aldose أو الإمين imine. والبيانات المتحصل عليها من رنين الدّرور الاليكترونى electron spin resonance (ESR) (ر.د.أ) أعطت علامة على أن الشق البيريدينم (٤٠) pyridinium radical يتكون توسطياً. والتفاعلات الألدول الخلفية/الرجعية retroaldol للكيتوزات والأمينوكيتوزات تؤدى إلى أجزاء ك٢.

والتفاعلات المؤكسدة المجزئة لدى أوكسى أوزونات deoxyosones تعرف مابين α-ثنائى الكيتو α-diketo function وتؤدى إلى أجزاء ك١، ك٥ من ٣-دى أوكسى أوزون (٤) وإلى أجزاء ك٢، ك٤ من ١-دى أكسى أوزون (٥) 1-deoxyosone. وفى الأنظمة النموذجية model فإن أحماض الفورميك والخليك ومشتقاتها (استرات، اميدات) هى غالباً منتجات مايارد Maillard الأساسية. والكروكسى ميثيل ليسين (٤١) carboxymethyl lysine المتكون بهذه الطريقة من الأمينوكيتوز المقابل يمكن

ر = يد ، ك يد٣

(٥١)

ر = يد ، ك يد٣

(٥٢)

ر = يد ، ك يد٣

(٥٣)

(٥٤)

استبيانها فى الأغذية وكذلك فى جسم الإنسان بعد حلمــأة البروتينـــات. وإزالـــة الكربوكســـيل decarboxylation للأحمـــاض الأمينيـــة بعـــد التسخين مـع السكريات معروفة وهـى تأتى بتفاعل الأحماض الأمينية مع مركبات α-ثنائى الكربونيـل α-dicarbonyl (تكسـر ستركـــر Strecker degradation). وجوهرية تكسر ستركر هـو فـى أن الأحمـاض الأمينيـة تعطـى الأمونيـا والألدهيـدات المتفاعلة والتى يمكنها أن تتكثـــف *inter alia*. وبجـانب الأمونيـا والألدهيـد مـن السـستنين فـإن كبريتيد الأيدروجين يتكـون وهـو كثـيراً مـايتدخل فى تكوين العبير. وتكسر ستركر للأحماض الأمينية يحدث إختزالاً فى مركـــب α-ثنـائى الكربونيل α-dicarbonyl أساساً مـن الدى أوكسى أوزونـات deoxyosones. ومنتجات التكسر الخاصة لـ ٣-دى أكســى أوزونـــــــات 3-deoxyosones هى المركبات (٤٢ – ٤٤).

وإذا عرضــت مخـــاليط الســـكريات والأمينـــات لكروماتوجرافيـــا الإستبعـــــاد exclusion chromatography فإن أجزاءاً يمكـن الحصـول عليـها ذات أوزون جزيئيـة تبلـغ حـوالى ١٠٠٠٠ دالتون Da وربما أكبر. وحتى الآن لم يمكـن عـزل مركبات عالية الوزن الجزيئى متجانسة مـن منتجات مايـــارد. والميلانويدينـــات melanoidins ذات الـوزن الجزيئـى العـالى معروف قليـل جـداً عـن تركيبها. وقد حصل على معلومات من ر.م.ن NMR (الرنين المغناطيسى النووى nuclear magnetic resonance) ورنـين الـدُّرور الاليكـترونى (ر.د.أ ESR) بالنسبة لكل من [١]يد ، [١٣]ك، [١٥]ن. وإمتصاص الميلانويدينات فـى مناطق الأشعة فـوق البنفسجية والمرئية بَيَّن أن تفاعلات التكثف ساهمت فقط إلى حد محـدود فـى ربـط الوحيـدات monomers. وألوان الكارامل المنتجة أمكن بيان الإختلاف بينها بواسطة نقطة الإنحلال الحرارى لكورى Curie point pyrolysis.

جوهرية الإسمرار غير الإنزيمى فى الأغذية significance of non-enzymatic browning for foods

بتفاعلات مخاليط خاصـة مـن الأحمـاض الأمينيـة والسكريات فإنه من الممكـن إلى حد ما خلق عبير ممـــاثل لمـا يحــدث فــى الأغذيــة. ومـــع طــرق كروماتوجرافيا الغاز مرتبطاً مع مطياف الكتلة فإن مئات من المركبات الطيارة أمكـن عزلها وتحديدها من الأنظمة النموذجية والأغذية على السـواء. وفـى الوقت الحالى عبير اللحم المغلى أو المشوى والبن المحمص والشيكولاتة والخبز لايمكـن إنتاجهـــا -برضاء- بواسطة مادة واحدة والمعتقد أن هذا لن يحـدث. فإنتاج هذا العبير يتطلـب عـدة مكونـات تكون موجـودة بالنسب الصحيحة وتحليل تخفيف العبـير aroma dilution analysis يمكـن أن يكون مساعداً فى إيجاد المركبات المسئولة. فعندما يزاد تسـخين الخـبز أو اللحـم علـى سـطحه أثنـاء الخبيز أو الشوى/التحميـص بالتتـابع فـإن القشـرة عادة تكون مرة المذاق ونفس التأثير يحدث عند غلى مستخلص النتيشة على درجات حـرارة عالية. والأنظمـة النموذجيـــة model systems مـن السـكريات والأحمـاض الأمينيـة (خاصـة البـرولين) يكون مذاقها مراً عندما تسخن تحت ظروف قاسية

وبعض المواد المرة عزلت من أنظمة نموذجية (أمثلة ٤٥ – ٤٧).

والإسمرار غير الإنزيمي يساهم ليس فقط في تكوين اللون (الخبز وسطح اللحم والبيرة والقهوة...الخ) ولكن أيضاً في تغير لون الأغذية. وهذا معناه إنقاص الجودة. وتحديد درجة الإسمرار (عادة بالإمتصاص عند ٤٢٠ نانومتر) كثيراً مايستعمل تحليلياً لتقدير مدى حدوث الإسمرار غير الإنزيمي ولما كان تركيز السكر والمكونات الأمينية في الأغذية يختلف فإن قياس شدة اللون لايعطي نتائج يمكن مقارنتها. وعزل وتحديد منتجات مايارد الملونة ثم حتى الآن في الأنظمة النموذجية فقط وتركيبات (١٥)، (١٦)، (٢١)، (٢٢)، (٤٨)، (٤٩) و (٥٠) تمثل مركبات ملونة من بنتوزات وهكسوزات وحمض اسكوربيك. ولكي يتفاعل مع الأحماض الأمينية فإن حمض الاسكوربيك يجب أن يتأكسد. ومع حمض دي أيدرواسكوربيك dehydroascorbic acid فإن تكسر ستركر Strecker degradation يؤدي إلى المركب الأحمر (٥٠). وقد عُرِفَ منذ زمن أن البيرة يمكن تثبيتُها ضد تغيرات الأكسدة خلال مواد تتكون بواسطة الإسمرار غير الإنزيمي الذي يحدث أثناء المعاملات في التنور kilning للشعير المنبت وبدون معرفة تركيبها سميت هذه المواد ردكتونات reductones. والردكتونات تتكون أكثر عندما يسخن اللبن قبل عملية التجفيف ومسحوق اللبن الناتج يكون أكثر ثباتاً ضد التهدم التأكسدي. والردكتونات (٢٠)، (٢٣) و (٢٤) والردكتونات الأمينية (٢٥)، (٢٦) و (٣٩) والتي تشبه حمض الاسكوربيك في التركيب تعمل كمثبتات.

ومنذ عرف إختبار آمز Ames test للطفرات فإن سلسلة من تفاعلات المخاليط والأجزاء ومنتجات مايارد قد أجري عليها هذا الإختبار. وفي الوقت الحالي فإن الإهتمام يتجه للمركبات (٥١–٥٣) وبعض هذه المركبات ثبت أنها مسرطنة.

ونمو الحيوانات التي تغذى بروتينات سبق تسخينها في وجود سكريات قد يتعطل. وتفاعل السكر مع مجموعة ε الأمينية ε-amino group في السلسلة الجانبية لليسين يؤدي إلى تكون الأمينوكيتوز المقابل والذي بعد حلمأة البروتين في القناة الهضمية يجعل الليسين غير متاح للكائن. ولذا ففي إنتاج مساحيق الألبان وتركيبات الأطفال فإنه يجب وضع نصب الأعين أن الليسين يكون أقل مايمكن. وبعض منتجات مايارد لها قدرة على التعقيد والذي يؤدي إلى زيادة في إفراز المعادن خلال اليوريا بعد إعطاء هذه المركبات معوياً أو عن طريق الفم.

ويمكن إعاقة تفاعلات مايارد عن طريق خفض نشاط الماء ولكن هذه الطريقة ليست مناسبة لجميع الأغذية ومعدل الإسمرار يقل بخفض أرقام جيد. ويمكن إفتراض أنه في الأحماض أو المحاليل الحمضية الخفيفة فإن تفاعلات من نوع الألدول الخلفية/الرجعية retroaldol قد تلعب دوراً ثانوياً. فتفاعلات الألدول الخلفية/الرجعية retroaldol تؤدي إلى منتجات تجزئة متفاعلة والتي تساهم في تكوين المواد الملونة. ومن المعروف أن حمض الكبريتوز sulphrous يعوق الإسمرار غير الإنزيمي ومن المفترض أن إضافة الكبريتيد إلى مجموعات الكربونيل أو أي كربون منشط يسد هذه الوظائف

وتصبح غير متاحة لتفاعلات أخرى. وأحد المركبات المعزولة والمحددة حتى الآن هو حمض السلفونيك (٥٤) sulphonic acid. وتفاعل الحمض مع منتجات مايارد ليس عكسياً دائماً لأن جزءاً من الكبريتيد يبقى متحداً كما أن هناك البعض الذى يعتقد أن تفاعل مايارد يعوق إضافة مشتقات الكبريت ثنائية التكافؤ مثل حمض الثيوجليكوليك thioglycollic acid أو السستئين. ومركبات الكبريت (II) من المفروض أنها تصيد الشقوق المتكونة من تفاعلات مايارد وتثبط مجموعات الكربونيل المتفاعلة.

وفى كيمياء الأغذية فإن الغرض هو أن يتقدم الإسمرار غير الإنزيمى بطريقة بحيث أن المركبات السامة وخفض القيمة الغذائية يقل معاً فى نفس الوقت بينما تتكون المكونات المرغوبة بكميات مثلى. (Macrae)

سمية الإسمرار غير الإنزيمى

toxicology of non-enzymatic browning

التفاعلات مابين السكريات المختزلة ومجموعات الأمينو الحرة فى الأغذية بدون تدخل الحفز الإنزيمى يمكن أن تقسم هذه التأثيرات إلى: ١- خفض فى القيمة الغذائية. ٢- تأثيرات فسيولوجية. ٣- تأثيرات سمية.

التأثيرات الغذائية

هذه التأثيرات ترجع إلى التحويرات الكيماوية فى المغذيات بحيث تصبح غير متاحة (تأثيرات مباشرة) أو وجود منتجات مايارد والتى تقلل من الإتاحة الحيوية وتزعج أيض المغذيات الأخرى (تأثير غير مباشر).

وقد قسم تفاعل مايارد إلى طور مبكر وطور متقدم (الصورة ٤).

الطور المبكر من تفاعل مايارد

وهذا يشمل التفاعل مابين مجموعة الأمينو الحرة والسكر غير المختزل ليكون خلال إعادة ترتيب امادورى Amadori rearrangement مركب إضافة ثابت دى أكسى كيتوز deoxy ketose يسمى أيضاً مركب امادورى Amadori compound.

وبهذا التفاعل يكون الضرر الغذائى قد تم فلا يوجد إنزيم فى أنسجة الحيوان يمكن أن يشق هذه المركبات لإعطاء مركبات أمينو والتى تصبح غذائياً غير متاحة. فتفقد الأحماض الأمينية الحرة والببتيدات والليسين المحتوى على مجموعة أمينو ε والفيتامينات (الثيامين والبيروكسيدين وحمض الفوليك).

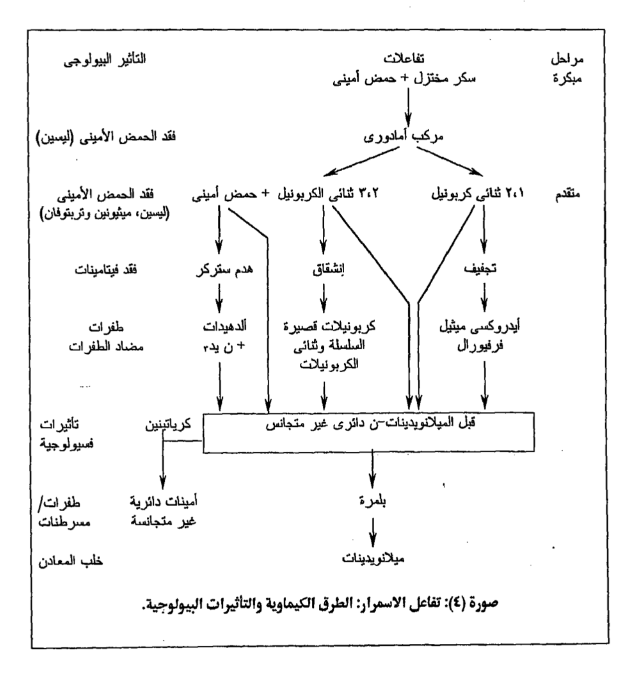
وفى اللبن المخزن على ٦٠°م أو أقل لعدة أسابيع فإن أهم مايفقد هو الليسين (الجدول ٥). والليسين إحتياجه عال فهو ١٠٣مجم/كجم/يوم للأطفال babies وللبالغين ١٢مجم/كجم/يوم. كما يتأثر الليسين فى الأغذية المعاملة حرارياً مثل الخبز والبسكويت والعجائن ... الخ.

الطور المتقدم فى تفاعل مايارد

ويبتدىء هذا الطور بتهدم جزىء السكر فى المركب امادورى ويشمل تجفيف وإنشقاق وأكسدة

وتهدم ستركر Strecker degradation مؤدياً إلى تكوين مركبات جديدة (قبل الميلانويدينات premolanoidins) وتعطى عبير ونكهة تختلف باختلاف الظروف. وهذه المركبات بعضها أكثر تفاعلياً عن السكر الأصلى مثل ثنائى الكربونيل والردكتونات والألدهيدات. وهى تتفاعل مع المجموعات الأمينية الحرة التى لاتزال موجودة ومع مجموعات شقوق مثل الأيدروكسيل والأمينات والفيتامينات.

والمركبات الأخرى التى تحتوى على نتروجين والسلاسل الجانبية للأحماض الأمينية وبلمرة قبل الميلانويدينات يؤدى إلى تكوين الميلانويدينات ذات الأوزان الجزيئية الكبيرة. ويسرع فى المرحلة المتقدمة من تفاعل مايارد فقد فيتامينات ب والليسين والأحماض الأمينية الأخرى.



صورة (٤): تفاعل الاسمرار: الطرق الكيماوية والتأثيرات البيولوجية.

الجدول (٥) التأثيرات الغذائية لمراحل مايارد المبكرة والمتقدمة. نظام نموذجي: مسحوق لبن مجفف.

طور مايارد	النسبة المئوية للقيم الأصلية للعينات غير المعاملة							
	الليسين المتفاعل	ليسين فى مركب أمادورى	ليسين فى مايارد متقدم	فيتامين ب١	حمض بانتوثينيك	فيتامين ب٦	حمض فوليك	فيتامين ب١٢
مبكر ٦٠°م ٤ أسابيع	٧٤	٣٦	صفر	٨١	٩٠	٨٤	٢٩	١٠٠
متقدم ٧٠°م ٤ أسابيع	١٧	١٤	٦٩	٥	٧	١٨	٣	٣١

	ليسين متفاعل	هضم النتروجين	تربتوفان		ميثيونين
			تحليل كيماوى	إتاحة حيوية	
مبكر ٥٠°م ٩ أسابيع	٧٩	٩٨	١٠٠	١٠٠	١٠٠
متقدم ٦٠°م ٤ أسابيع	٢٠	٧٥	١٠٠	٩٢	٩٢

التأثير غير المباشر

تنقص هضمية البروتين حيث لاتستطيع البروتيوزات والببتيدازات على حلمأة الروابط الببتيدية المحتوية على الأحماض الأمينية المحورة. كما يتحور أيض بعض المعادن والمعادن الآثار (كالسيوم وخارصين وحديد ونحاس) ويرجع ذلك إلى أن منتجات تفاعل مايارد تخلب هذه المعادن.

التأثير الفسيولوجى physiological effect

يصعب الفصل مابين التأثيرات الغذائية والفسيولوجية فنمو الفأر الأقل وزيادة وزن الكبد والكلى والمصران الأعور caecum لوحظت فى الفئران المغذاة على أغذية متفاعلة جداً (مسمرة) إذا ماقورنت بالتغذية على مخلوط من بروتين البيض والجلوكوز. وفى الواقع يقل النمو وتكبر الكبد والطحال والأعور مع نقص فى الجليسريدات الثلاثية فى السيرم ويزداد الحديد الكلى.

كما ينقص نشاط إنزيمات اللاكتاز والسكراز والمالتاز فى الغشاء المخاطى للأمعاء فى الفئران المغذاة على بروتين بيض مسمر إذا قورنت بالكنترول.

كذلك فإن الإسهال يحدث فى الحيوانات المغذاة على مستويات عالية من منتجات إسمرار مايارد.

وتؤثر منتجات مايارد ذات الوزن الجزيئى المنخفض والتى تمتص جزئياً على نشاط إنزيمات نزع السمية detoxifying enzymes حيث قد تحور من أيض مواد التفاعل الداخلية والأدوية الخارجية والزينوحيوية xenobiotics الأخرى.

ومنتجات تفاعل مايارد تتفاعل أيضاً مع الكائنات الدقيقة فى القناة الهضمية فهى تثبط بشدة نشاط ناقل الجليكوزيل glycosyl transferase فى *Streptococcus mutans* والتى تعمل فى تسوس الأسنان بنشاط وهذا التثبيط يقلل من إلتصاق الكائنات الدقيقة بسطح الأسنان.

السمية toxicity

السمك المشوى واللحم المشوى وجد أن بهما نشاط انفطارى.

والمنتجات المحتوية على ميلانويدينات مثل البن المحمص والكاكاو المحمص لاهى مطفرات ولا مسرطنات بل إن منتجات مايارد ذات النشاط المضاد للأكسدة وجد أنها مضادة للطفرات ومضادة للمسرطنات. وهى تثبط النشاط الطفرى لعدة أمينات غير متجانسة وللأفلاتوكسين. والنشاط المضاد للطفرات ويحتمل أيضاً أن يكون مضاداً للمسرطنات عُزِىَ إلى الميلانويدينات وإلى α– ثنائى الكربونيل التى تُنْتَج أثناء تفاعلات التكرمل. وكَسْح scavening الأكسيجين النشط بواسطة الميلانويدينات يشرح تأثيرها المضاد للطفرات وهى قد تثبط تكوين النيتروزامين، ويشرح كسح الأكسيجين النشط المرتبط بإبتداء السرطان وتقدمه ويشرح أيضاً عمله فى تغيير التركيب الكيماوى للمسرطنات أثناء تفاعل الإسمرار.

والأغذية المعاملة بالحرارة والغنية فى منتجات تفاعل مايارد يمكنها تثبيط تكوين النتروزامين وبذا تقلل من السرطنة المتسببة عن النتروزامين.

(Macrae)

سمشق/ marjorum
بردقوس/ عترة

الإسم العلمى *Origanum majorana* L.
(syn. *Majorana hortensis* Moench, *M. vulgaris* Miller)

الفصيلة/العائلة: الشفوية Labiatae

بعض أوصاف

السيقان مستقيمة أو متفرعة إلى ٦٠سم والأوراق بيضية إلى إهليجية بيضاء أو رمادية. والأزهار مرتبة فى سنبلات. وهى حولية أو ثنائية الحول والأوراق فائحة الرائحة أروماتية حادة قليلاً لها طعم تابلى تستخدم فى صلصات السلطة والبيض وأطباق الخضر والشوربة واليخنى والجبن والكبد وقطع اللحم الممتاز والفرموت والليكير.

ونسبة الزيت ٠,٥ – ١,٣٪.

١،٨–سينيول

استراجول

α–تربينيول

يوجينول

لينالول

ترانس–أوسيمين

ويجفف في أمكنة مهواه جيداً وفي مجففات على ٤٠°م.

والزيت ٤٩ – ٦٥٪ ١، ٨-سينيول 1,8-cineole، ٢٥٪ استراجول estragole، ١٥٪ α-تربينويل α-terpinoel، ١١٪ يوجينول eugenol، لينالول، وخلات الجيناريل genaryl acetate وأوسيمين ocimene.

(Macrae)

سمسم sesame/simsim/benne

الإسم العلمي *Sesame indicum* L.

الفصيلة/العائلة: خنازيرية (الشهابي)

Pedaliaceae; Scorphularia

بعض أوصاف

البذور بيضاء مصفرة أو بنية أو رمادية إلى سوداء مسطحة كمثرية الشكل (٢,٥–٣,٥مم × ١,٥–٢مم × ١مم) منقطة بدقة مع أربعة أضلاع طولية عند حروف الأوجه المسطحة. والبذور المقشرة كريم أو بيضاء لؤلؤية.

المقطع لغطاء البذرة يتكون من بشرة من خلايا مطاولة شعاعية (٣٠ – ٦٠ ميكرومتر على الجوانب مع ٤٥ – ١٣٠ ميكرومتر على الأحرف) مع جدر رفيعة مجلدنة cutiniged وكل خلية تحتوى بلورة اكسلات الكالسيوم وبقية القصرة تتكون من خلايا مفتوحة تحتوى عديد من بلورات اكسالات الكالسيوم المخروطية بينما السويداء والفلقات تحتوى خلايا برانشيمية كثيرة الأضلاع تحتوى الزيت وحبيبات الأليورون/البروتين حوالي ٢ – ١٠ ميكرومتر.

والبذور لها رائحة ومذاق نقلي nutty وتنضج بعد حوالي ٥ أشهر حيث يقطع النبات ويجفف وتهز البذور من الكبسولات وتخزن. (Macrae)

ويمكن إستخدام الزيت بدلا من زيت الزيتون.

(قدامة)

وفي دراسة قامت بها مصطفى وجدت أن:

دليل البذرة seed index: وزن ١٠٠٠ بذرة بالجرام ٢,٣٧ – ٣,٧٨.

كثافة الحجم bulk density: أي عدد البذور اللازمة لملء ١٠٠سم مخبار مدرج ٢٣٧ – ٢٧٩ جم/سم٣.

نسبة الحبة kernel: ٩٤,١٠ – ٩٥,٣٪. نسبة القشرة: ٤,٧ – ٦,٠٠٪. نسبة الرطوبة: ٤,٥ – ٥,٢٪. نسبة المستخلص الإيثيري: ٥٢,٥٧ – ٥٧,٨٦٪. نسبة البروتين الخام: ١٨,٦٢ – ٢٣,٥٥٪. نسبة الكربوايدرات: ١٢,١ – ١٢,٧٨٪. نسبة الألياف: ٥,٤١ – ٦٨,٦. نسبة الرماد: ٤,٩٨٠ – ٥,١٩٪. نسبة حمض الأكساليك: ٢,٤٤ – ٢,٦٥٪. وذلك في خمسة أصناف من بذور السمسم.

أما الزيت فقد إحتوى على سبعة أقسام من المقدمة إلى الأصل كانت كالتالي: أيدروكربونات، جليسريدات ثلاثية، أحماض دهنية حرة، أستيرولات، جليسريدات ثنائية، جليسريدات أحادية، فوسفوليبيدات.

أما الجليسريدات الثلاثية فكانت ذات ١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦ روابط مزدوجة وكانت نسبة اللينوليات ٤٣,١٦ – ٤٩,١٦٪ والأوليات مابين ٣٤,٠٨ – ٣٨,٩٨٪ والبالميتات مابين ٩,٩٨ – ١٠,٨٨٪ والأحماض الأخرى ٤,٨١ – ٧,٢٤٪.

وقد إحتوى الزيت في دراسات أخرى على نسب عالية نسبياً من المواد غير المتصبنة والتي شملت الفوسفوليبيدات والسيسامول والسيسامين والفيتوستيرول. وكانت نسب السيسامين ٠,٣٤١ - ١,٣ ٪ ، ١ والسيسامولين ٠,١٣١-٠,٥٨٩٪ وبعض السيسامول.

وقد وجدت مصطفى أن الرقم اليودي تراوح مابين ١١٠,٢ - ١١٥,٤ . وأن رقم التصبن تراوح مابين ١٨٩,٣ - ١٩٤,٢ . ورقم الحموضة مابين ٣,٢ - ٣,٦. والكثافة النوعية مابين ٠,٩١٤-٠,٩١٩ . ومعامل الإنكسار تراوح مابين ١,٠٤٣-١,٤٧٤.

أما رائحة الزيت فتعود لمركبات عديدة من بينها ليمونين، ١، ٢ قياسي الفيوران ، والجواياكول والدهيدات وكيتونات واسترات وبيرازينات وبيرولات.

وقد وجد في دراسات أخرى أن ٩٩٪ من البروتين أستخلص بواسطة ١٠٪ كلوريد صوديوم وأنه غني في الليسين والثريونين والأحماض الأمينية الكبريتية وله نسبة كفاءة بروتين مقاربة لتلك الخاصة باللبن الفرز. وكانت الكربوايدرات خالية من النشا ولكنه إحتوى على سكريات ثلاثية trisaccharides رافينوز وبلانيوز وسكريات رباعية ليكنوز lychnose وسيساموز وأن السكريات الآتية وجدت في مستخلص الايثانول لجريش السمسم منزوع الدهن: ٢,٦ - ٣,٦٪ جلوكوز، ٠,٥٧٪ سكروز، ٠,٤ - ١,١٪ وجالاكتوز، ٠,١ - ٠.٢٣٪، بلانتيوز، ٠,٦ - ٣,٤٧٪ رافينوز، ٣,٦ - ٤,٤٪ بنتوزانات. وأن متبقي الإيثانول غير الذائب insoluble ethanol residue حتى هيميسيليوز كان به حمض الجالاكتيورونيك، جلوكوز، أرابينوز وزيلوز.

وأن بذرة السمسم الكاملة أحتوت على ١.٧٤ ، ١,٧٠ ، ٠,٥٥ مجم رصاص/كجم في دراسات مختلفة وأن القشرة والحبة kernel كانت غنية في الحديد والخارصين والنحاس والنيكل وأحتوت على ١,٠ - ١,٣ مجم / ١٠٠ جم من الثيامين ٤,٤ - ٥,٤ مجم / ١٠٠ جم نياسين، ٢,٥ ميكروجرام/ جم ريبوفلافين، ٨٠٠ ميكروجرام / جم حمض نيكوتينيك، ٠,٦ ميكروجرام / جم بيوتين وآثار من حمض الاسكوربيك. أما فيتامين أ فقد كان بين ١٥ - ١٠٠ وحدة دولية/١٠٠ جم. وكانت كمية α، β توكوفيرول ٠.٠٠٥٪ (من المواد غير المتصبنة).

وفي دراسة على التركيب فائق الدقة لبذور السمسم ذكرت أبو الخير أن البذرة

١- تكونت من: أ) الطبقة الخارجية القصرة/غلاف البذرة، ب) السويداء، ج) جنين كبير يحتوى على فلقتين محدبيتن مستويتين plano-convex كبيرتين وجذر صغير.

٢- هناك ثلاث فجوات أولها في طبقة القصرة والثانية بين طبقة السويداء والفلقتين والثالثة بين الفلقتين.

٣- أن القصرة تتكون من طبقتين متميزتين البشرة وغشاء أصفر. والبشرة تظهر كحسيكة palisade رفيع الجدار متموج ويختلف في سماكته في الأجزاء المختلفة.

٤- الخلايا صلدانية scleroid مضمومة ولها شكل مستطيل مطاول. وأن كل خلية لها على جدارها

الخارجى كتلة دائرية من أكسالات الكالسيوم ١٢ - ٤٠ ميكرون فى القطر.

٤- بعد طبقة السويداء يوجد فجوة بينها غشاء مصفر يتكون من متسلسل وحيد uniseriate من خلايا صلدانية دقيقة مماسة مطاولة.

٥- يوجد البروتين والدهن والكربوايدرات المخزنة فى السويداء والفلقتين.

٦- يوجد فجوة بين طبقة السويداء والفلقات يظهر أنها خالية من الخلايا.

٧- الفلقتان تتكونان من خلايا برانشيمية/اللحمة parenchyma مضلعة تحتوى البروتين والدهن. والبروتين إما أيضى metabolic أو للتخزين storage. والأول يوجد فى جميع أجزاء البذرة فيما عدا القصرة أما بروتين التخزين فيوجد على هيئة أجسام مميزة فى طبقة الأليورون/البروتين والتى تظهر كخلايا رأسية/عمودية فى نهاية الفلقتين. والبروتين الأيضى عبارة عن إنزيمات. أما الدهن فيوجد على هيئة جسيمات أو حبوب فى سيتوبلازم السويداء والفلقتين والتى تعمل كأنسجة تخزين وهى مستديرة الشكل ويحيطها غشاء.

الأسماء: بالفرنسية sésame، وبالألمانية Sesam.

سماق الدباغين

tanner's or tanning sumac/ hide sumac

الإسم العلمى *Rhus coriara*

الفصيلة/العائلة: البطمية Anacardiaceae/ Terebinthaceae

تستعمل أوراقه دباغاً وبذوره تابلاً. (الشهابى)

السمك fish

مقدمة

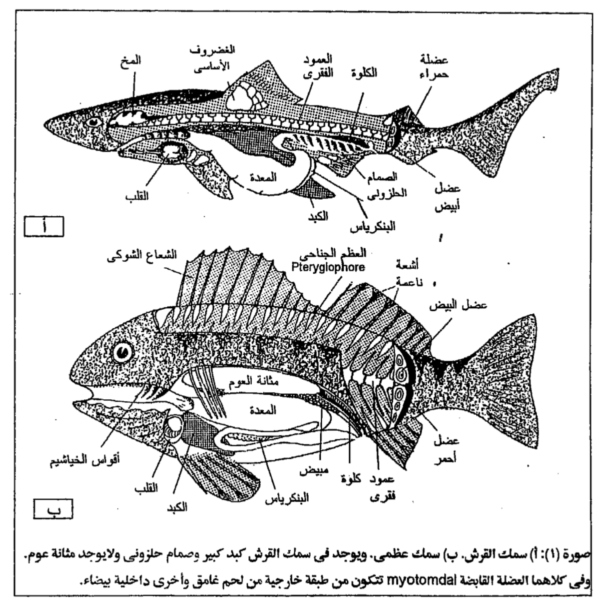
يستخدم لغذاء الانسان أنواع كثيرة من الأسماك من الجلكى lamprey إلى السمك الرئوى lungfish ولكن السمك العظمى (العظمية teleost تشكل الأغلبية فمعروف منها الآن ٢٠٠٠٠ وربما وصل العدد إلى ٣٠٠٠٠ (منها ١٢٠٠٠ تعيش فى المياه العذبة). ومن أهمها الـ Gadidae والـ Clupeidae والـ Salmonidae. وسمك القرش sharks والشفنين البحرى rays على اليد الأخرى يحتوى على ٨٠٠ نوعاً من صفيحيات الخيشوم elasmobranchs ومعظمها بحرى. وبجانب ذلك يوجد سمك الحنش sturgeon الذى يستخدم بيضها ككافيار وهى أحد الأسماك الغضروفية Chondrostean الباقية.

صفيحيات الخيشوم والسمك العظمى elasmobranchs & teleosts

كما يتضح فى الصورة (١) فالخياشيم المصفحة مغطاه بسنون صغيرة صلبة denticles كثيراً ماتكون مسننة وفى الفكوك يكون تعاقب هائل للأسنان. وبالعكس فالسمك العظمى مغطى بقروش عظمية (أحياناً مفقودة أو أقل كما فى الثعابين) وهى عادة دائرية تقريباً. وفى الاثنين فإن الجسم الواحد عبارة عن مجموعة من زعانف مزدوجة وكذلك زعنفة ظهرية وأخرى بطنية غير مزدوجتين. وتتصل الزعنفتان المزدوجتان بالزنار girdle والحوضى. والأولى متصلة بالعمود الفقرى المركزى.

وعلى الجانبين تفصل العضلات (وهي الجزء المأكلة في معظم السمك) بنسيج ضام جَشِب (حاجز العضل myosepta) والتي تتصل بالعمود الفقرى وبالنسيج الضام الموجود تحت الجلد.

على أن تصميم الزعانف والهيكل المحورى يختلف. ففي سمك القرش الهيكل غضروفي (وقد يقوى بتكلس جيبي أو مخروطي كلما كان ذلك مطلوباً). والعمود الفقرى أبسط من السمك العظمى والأضلع صغيرة والزعانف غير المزدوجة متصلة بالغضاريف الأساسية. وزعانف سمك القرش مدعمة بواسطة قضبان مطاطية elastoidins (قرنيات ceratotrachia) بطولها والتي تصلب الحد الخارجي للزعنفة. والزعانف الصدرية تعمل كرقائق معدنية حاملة مثل أجنحة الطائرة ويمكنها ضبط زاوية الهجوم وتتأرجح إلى حد ما. والزعانف الأخرى يمكنها أن تنحنى بجسوء من القاعدة. والشفنين البحرى ray يختلف عن سمك القرش بأن زعانفه الصدرية مكبرة كثيراً (وهو يستخدمها للعوم) ومدعمة بغضاريف متصلة بأطرافها فهي أكثر لدانة/مرونة ويمكنها عمل حركات مصفقة رقيقة. والزعانف الصدرية عضلية جداً وهذه تستخدم في الغذاء.



صورة (١): أ) سمك القرش. ب) سمك عظمى. ويوجد فى سمك القرش كبد كبير وصمام حلزونى ولايوجد مثانة عوم. وفى كلاهما العضلة القابضة myotomdal تتكون من طبقة خارجية من لحم غامق وأخرى داخلية بيضاء.

وفي السمك العظمى فإن الهيكل أكثر ظهوراً عن صفيحيات الخيشوم والعمود الفقرى له شوك عصبى وهيمى والزعانف غير المزدوجة متصلة بالعظم الجناحى وقد يكون هناك عظام داخل العضل فى حاجز العضل myosepta كما فى الرنجة *Clupea harengus* والشابل/الصابوغة shad والتى تضايق عند الأكل. والسمك العظمى زعانفه مختلفة عن صفيحيات الخياشيم لأنها مدعمة بشعاعات مرنة لها مفاصل lepidotrichia تضبط بواسطة عضلات عند قاعدتها تحرك كل شعاع على حدة وبذا يمكنها أن تلتف أو تعمل أى حركات دقيقة.

وفى الداخل فإن الفرق بين السمك العظمى وصفيحيات الخيشوم أن السمك العظمى له مثانة عوم مملوءة بالغاز والخياشيم مثل صفيحيات الخيشوم. وعدد قليل من السمك العظمى له صمام حلزونى فى الأمعاء. كما أن جهاز التناسل مختلف. فعدد قليل من السمك العظمى (سمك الفتاة damsel fish) لها إخصاب داخلى (وهذا عام فى صفيحيات الخيشوم). وكل صفيحيات الخيشوم ينقصها مثانة العوم وفيما عدا الأنواع التى تعيش فى القاع فإنها تخزن الدهون فى الكبد الكبير للطفو buoyancy.

وإختلاف فسيولوجى ملحوظ هو أن صفيحيات الخياشيم قريبة من التوازن التناضحى لماء البحر بفضل التركيزات العالية لليوريا وأكسيد ثالث ميثيل أمين (أ.ث.م.أ) trimethylamine oxide (TMAO) فى سوائل الجسم فى حين أن السمك العظمى البحرى فإن سوائل الجسم مخففة كثيراً عن ماء البحر ولذا فهى تفقد ماء وتكسب أيونات خلال الخياشيم والأسطح الأخرى المنفذة. وفى الماء العذب فإن العكس يحدث. وعلو اليوريا و أ.ث.م.أ لها نواتج هامة بالنسبة للفساد.

المصادر sources

العِدَة gear هو الإصطلاح المستخدم لوصف الأجهزة المعدة لصيد السمك. الصنارات hooks، الطعم baits والشباك nets والحبال ropes والمستخدم منها تجارياً هى: ١- الترول trawl، ٢- السينة seines، ٣- الصنارة lines، ٤- عدة أخرى.

وإختيار العدة أمر يتوقف على نوع السمك المصاد وقيمة هذا النوع للصياد وعمق المياه وخصائص قاع البحر. والأنواع المختلفة من السمك لها عادات، وحركات مختلفة وتستجيب بإختلاف للمنبهات. وأنواع القاع العميق demersal توجد عادة قرب قاع البحر بينما الأنواع البحرية/الاقيانوسية pelagic توجد فى أى مكان بين قاع البحر والسطح. وحركة كل نوع وعادته يتحكم فيها درجة حرارة الماء والملوحة وعادات وضع بيض السمك spawning والهجرة ومصادر الغذاء المتاح ودرجة الحرارة الحاجزة التى توجد فى أى مكان خاص.

الصيد بالترول trawling

فى قضاعة الترول otter trawling يوجد حقيبة كبيرة من شباك مع ألواح قضاعة otter للحفاظ على الشبكة مفتوحة وتسحب بالقرب من قاع البحر

لجرف السمك من قاع البحر أو بالقرب منه فإذا كان هناك مركبات في الإستخدام.

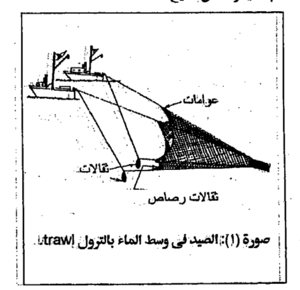
١ – المترول trawler جانبية وفيها تعد الشبكة وتستعاد من الجانب.

٢ – كوثل الترول stern trawler حيث العمليات تحدث على الكوثل stern (مؤخر السفينة).

وفي الصيد بالترول المزدوج trawling كل مركبين يشد كل سداة warp وفم الشبكة يحتفظ به مفتوحاً بالشد الأمامي المعد بالمسافة الجانبية الصحيحة للمركب.

وفي الترول المتعدد multirig trawling فإن عدداً أصغر من الترولات trawls تسحب بدلاً من شبكة كبيرة واحدة.

ويستخدم الترول trawl وسط الماء mid water في صيد الأنواع البحرية pelagic (الصورة ١) والتي توجد في مستويات مختلفة ما بين قاع البحر والسطح. وصيد السمك يستلزم إستخدام مساعدات اليكترونية لإيجاد السمك ولمساعدة المركب على صيده فالشبكة يجب أن تكون في العمق الصحيح والمركب يجب أن تتقدم في خط يضمن أن الشبك يمر خلال قطيع الأسماك school.

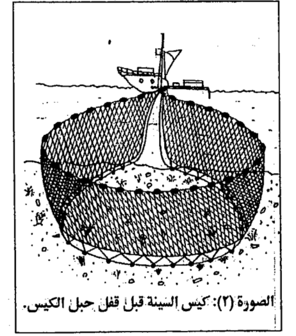


صورة (١): الصيد في وسط الماء بالترول trawl.

ويستخدم كل من المركب الواحد وصيد الترول المزدوج trawling في طرق الصيد في وسط الماء.

كيس السينة purse seining

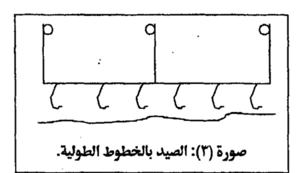
يستخدم لصيد الأنواع المستخدمة في عمليات خفض الحجم bulk reduction مثل جريش السمك وأيضاً لصيد الأسماك التي لها قيمة خاصة. والطريقة تتضمن عمل شبكة طويلة لتكون جداراً من شريط منسوج طول قطيع السمك والذي الجزء العلوي منه يكون عند السطح وعندما تحيط الشبكة بالسمك فإن القاع يجذب مع بعضه بحيث أن بركة صناعية artificial pond من الشبك تحتفظ بالصيد. وهذه البركة تُصغّر تدريجياً حتى تجمع الأسماك إلى جانب المركب ثم تؤخذ على السطح (الصورة٢). وهذه الطريقة تستخدم في أخذ الأنواع البحرية pelagic وتصلح أحياناً لأنواع القاع العميق demersal وفي هذه الحالة فإن جدار الشبكة ينزل إلى قاع البحر.


الصورة (٢): كيس السينة قبل قفل حبل الكيس.

وشبكة السينة seine netting هى طريق للصيد فى القاع استخدمت فى الحصول على أنواع الأعماق فهى تعطى سمك عالى الجودة وهى إرتباط مابين السينية seining والجر dragging فالسداة warps تمد لتحيط بمساحة من قاع البحر مع الشبكة موضوعة فى منتصف الطول والنهايتان الحرتان للسداة تسحبان بحيث يقفلان معاً فيتجمع السمك إلى الداخل وفى طريق الشبكة بحيث يمكن أن يجرف إلى أعلا وتؤخذ إلى سطح المركب.

الخطوط lines

الخطوط الطويلة تستخدم فى صيد سمك المياه العميقة demersal والسطحية وقرب السطح pelagic. والطريقة تشمل وضع خط طويل كثيراً مايكون عدة أميال فى الطول حيث تتصل خطوط قصيرة تحمل سنارات كل ٦٠ - ١٨٠سم. والسمك يجذب بالطعم ويصاد hooked ويمسك حتى يجلب إلى سطح السفينة والتى تسحب العدة على فترات (الصورة ٣) وإمداد الخطوط على القاع أو تحت السطح أو قرب السطح هما إختياران ممكنان.



صورة (٣): الصيد بالخطوط الطولية.

وعدة الصيد بالترول trawling gear تستخدم سنارة مطعمة ومركب تتحرك والسنارة تشد ببطء خلال الماء بواسطة المركب المتحرك والسمك ينجذب بحركة السنارة المطعمة بحيث يمسكها والسمك يحتفظ به بالفم حتى يمكن أن يجلب إلى سطح المركب. والطريقة تستخدم مع الأنواع البحرية pelagic والصيد بالعمود والخط pole & line يستخدم مع السمك البحرى pelagic والتى توجد فى قطيع الأسماك ولكل سمكة قيمة عالية. وعدد من الأشخاص كل معه عمود صيد يحيطون بالمركب ويرفعون السمك إلى سطح المركب أثناء ضرب السنارات على الخط.

عدة أخرى other gear

إلتقاط المحار dredging يستخدم فى حصاد الأسماك الصدفية shellfish من قاع البحر وفى إلتقاط المحار dredge المسحوب أو المِدَمّة rake تكشط الأصداف من القاع وتخزن فى الكيس حتى تجلب إلى سطح السفينة. وبالقرب من الساحل فى المياه الضحلة فإلتقاط المحار dredging يمكن أن يتم بمراكب صغيرة تسحب إلتقاط محار واحد وبعض السماكين يستخدمون مراكب أكبر تسحب ٢ - ٣ إلتقاط محار.

والفل gillnet جدار كبير من شبك يمكن أن يعمل إما فوق قاع البحر مباشرة لأنواع القاع العميق demersal أو فى أى مكان من وسط الماء إلى السطح للأنواع البحرية pelagic. والشبكة إما أن تتكون من صفيحة واحدة من خيط مثنى twine

وفيها يصطاد السمك بخياشيمه أو من منه في صفائح لها فتحات مختلفة بحيث يشتبك السمك فيها.

وتستخدم المصايد كثيراً في المساحات التي يمر السمك خلالها وتنصب المصايد في ماء ضحل لسبياً قريباً من الأرض. ويمكن أن تكون ذات أشكال كثيرة ولكن كلها تهدف إلى منع السمك من الخروج إذا دخل.

والسلال pots تستخدم لصيد القشريات crustaceans والذى أهم حركة له هى بالأرجل على قاع البحر. وصيده إما أن يكون قرب الشاطىء أو فى عمق المياه. وتنصب السلال pots من أحجام وأشكال مختلفة وتجذب الأنواع بواسطة الطعم – وهو سمك مقطع أو أى إنتاج بحرى – وحيث يدخل السمك ولايستطيع الخروج مرة أخرى.

والحربون harpooning يستخدم تجارياً مع الأنواع الكبيرة والتى لها قيمة عالية. والشغل والزمن المتعلق بالبحث عن الصيد وجلب الصيد إلى السطح يحد من إستخدام العملية إلا فى الأنواع الغالية. ويوجد خط للإسترجاع يجرى من عمود الحربون إلى المركب. وكلا من خطوط الصيد hunting والإسترجاع retrieving تجرى من ملفات توضع على السطح الأمامى foredeck للمركب.

• المناولة والحفظ على المراكب
handling & preservation on ships

المناولة على المراكب تحتاج لعناية خاصة حيث يبتدىء السمك فى التلف مباشرة بعد أن يموت ولما كان معدل التلف يزيد بإرتفاع درجة الحرارة فإن التبريد الصناعى أو بالثلج ضرورى ويحدث الفساد إنزيمياً أو بكتيريا أو بالأكسدة. والإنزيمات توجد فى لحم ومعدة السمك وجدر الأمعاء واللحم المجاور والذى يفرز هذه الإنزيمات وتنعمه بعد الموت وبذا يسهل غزوه بواسطة بكتيريا الفساد.

وفى الأسماك البحرية pelagic حيث تصاد الأسماك الصغيرة بإعداد كبيرة ولا تُزال أمعاؤها فإن الفساد أسرع وتُنْتَج روائح التزنخ عندما يرتبط الأكسيجين الجوى بدهن السمك ودرجة الحرارة هى أهم عامل يؤثر على معدل الفساد.

التبريد بالثلج chilling

التبريد فى الثلج هو أكثر الطرق إنتشاراً وربما كان البديل إستخدام ماء بحر مبرد أو مبرد صناعياً وهذا له ميزة إضافية هى مناولة الصيد. ويجب حفظ السطح الذى يجلب إليه السمك نظيفاً حتى يمنع تلوث كل صيد haul من تلويث الآخر فتغسل السلال وكل الأجهزة التى تتصل بالصيد جيداً قبل جلب أى سمك للسطح. والأسماك يجب أن تناول بعناية لمنع أى تجريح أو تقطيع وبعد ذلك تنقل إلى حيث تخزن وتخلط مع الثلج لتبريدها. ونزع الأمعاء يتم يدوياً أو بواسطة أجهزة آلية يجب أن تزال كل الأمعاء والكبد وتفتح فجوة البطن لكى يكون الغسيل كفأ وبعد الغسيل فإن السمك المزال أمعاؤه يخزن فى ثلج يذوب ليرمى وهذا يضمن أن اللحم لايكون به أى تلون. وتبريد السمك بالثلج يتم بوضعه بالحجم bulk فى صناديق أو أحواض pans أو رفوف.

وفى حالة الوضع بالحجم bulking فإن السمك والثلج يخلطان جيداً لضمان أطول وقت فى

التخزين الذى يتم بوضعه فى أحواض مجهزة بأرفف تزال من خشب أو معدن. والسمك يجب ألا يزيد عن إرتفاع ٤٠سم ومع بعض الأنواع فإن الحدود تكون أقل وإلا كان هناك فقد فى الوزن ناتج عن الضغط. وعند إزالة الصيد فهناك صعوبة فى فصل الثلج عن السمك ولذا فقد يضاف ماء ويضخ السمك عن طريق مضخات مركزية.

ووضع السمك فى صناديق يفضل عن التخزين بالحجم bulking للتبريد الأحسن وتجنب مناولة السمك (تجريح وضرر) على الرصيف وهذا يؤدى إلى تحسين الجودة عند الإستهلاك وهذا يتناول وضع ثلج وسمك فى الصندوق عادة ٣٠ أو ٦٥ كجم وتخزين الصندوق فى العنبر hold وأهم أضراره أنه يحتاج إلى مساحة أكبر لكل وحدة وزن من السمك وأن إعادة الصناديق قد تكون مشكلة.

وفى التخزين على الرفوف يخزن السمك فى طبقة واحدة وناحية الأمعاء إلى أسفل فى طبقة من الثلج وقد يوضع بعض الثلج على الجزء العلوى وهذه العملية تضمن إدماء تام وتؤخر الفساد بالتبريد بالثلج ولكنها لاتستعمل كثيراً على المراكب لأنها غير ذات كفاءة بالنسبة للمكان والسمك قد يصبح مجففاً كنتيجة لحركة الهواء على السمك.

وفى التخزين فى أحواض pens يوضع السمك والثلج فى طبقات متبادلة إلى عمق ٧٠سم ثم يوضع لوح حوض على الحوض الأسفل وتكرر العملية. وهذا النظام يستخدم بكثرة ويستخدم الثلج المطحون أو رقائق الثلج ويمكن مد حياة السمك فى الثلج قليلاً بإستخدام المضادات الحيوية أو ثلج الماء المالح فيوضع ٥ جزء فى المليون من كلوروتتراسيكلين chlorotetracycline أو أكسى تتراسيكلين oxytetracycline. والفصل مابين الملح والمياه أثناء التجميد أو الذوبان مشكلة مع ثلج الماء المالح وغمس السمك فى ماء مبرد بالثلج أو ماء بحر مبرد صناعياً يستخدم كبديل للثلج فى التخزين البارد للسمك. ويمكن لماء البحر أن يبرد بإضافته مباشرة للثلج المبرد بالتبريد أو بواسطة التبريد الميكانيكى وهذا التخزين للسمك يساعد فى نقل السمك من المركب حيث يمكن ضخه إلى تنك حفظ holding tank.

التجميد freezing

التجميد فى البحر ضرورة إذا بقت السفينة إلى مدة ٩٠ يوماً. والتخزين فى الثلج أو أى طريقة أخرى للتبريد يكفى لمدة ١٥ يوماً وبعد ذلك يبتدىء السمك فى أن يصبح غير مأكلة. وإذا صيد السمك على المركب وخزن على درجة حرارة منخفضة فإن المركب تستطيع أن تبقى فى أماكن الصيد حتى يمتلىء العنبر hold والسمك يجمد وتزال أمعاؤه ورؤوسه أو يعمل منه حَزَّات fillets وتوضع فى مجمد وكثير من البلاد لاتسمح بإستخدام الأمونيا كمبرد فى المراكب. وتصميم وعمل ونوع التبريد يجب أن يأخذ فى الإعتبار حركة السفينة وإهتزاز السفينة والتآكل بواسطة ماء البحر والإستخدام الخشن. والسمك الذى سيجمد والسمك المبرد بالثلج يعاملان نفس المعاملة فيما عدا أن الأول يجمد بدلاً من التبريد. وعمل

الحزات filleting هو آخر خطوة قبل التجميد ويجب الإحتفاظ بالسمك على درجة حرارة أقل من ٥°م من الصيد إلى التجميد لتأخير الفساد وتجنب مضار التيبس الرمى rigor mortis.

والتيبس الرمى هو تغير فيزيقى ويعمل على تأخير التحلل الذاتى بعد الموت وكذلك التكسر البكتريولوجى للحم وبروتين وبذا فهو يحد من عمر الرف. وهو يبتدىء بعد ١-٧ ساعات بعد الوفاة وقمته فى السمك المذبوح المحفوظ فى الثلج يقع مابين ٥، ٢٢ ساعة بعد الموت ويمتد إلى ٣٠ - ١٢٠ ساعة، وإطالته لها تأثير إقتصادى وعلى ذلك فإن العمليات على سطح المركب يجب أن تعمل على مده وهو يمتد لمدة أطول إذا كان السمك قد بذل مجهوداً عضلياً أقل قبل الموت. وكذلك ذبح السمك بعد المسك يمد من التيبس الرمى. وإبتداء التيبس الرمى أسرع على درجات حرارة مرتفعة وقد يحدث بعد ١٠ - ٢٠ق بعد الموت على ٣٠°م. وعلى ذلك فيحسن تبريد السمك بعد الصيد مباشرة لتجنب المشاكل التى تنتج عن التيبس الرمى أثناء التجميد وإذا كان ممكناً فيحسن تجميد السمك قبل بدء التيبس الرمى. والحزات المجمدة قبل التيبس الرمى قد تكون أحياناً معرضة للإنقباض عند التيع وعلى ذلك فيجب نقلها لمخزن التبريد مباشرة بعد إزالتها من المجمد.

المناولة فى الميناء handling in port

الحاويات والصناديق والأجزاء المحمولة تتناولها الرافعات وبإستخدام رافعات الجرادل وناقلات من المركب إلى الشاطىء وقد تستخدم مضخات. وبعد الإنزال فإن السمك يجب أن يتعرض لدرجات حرارة الغرفة مدة طويلة. والنظافة والعناية والتبريد عوامل مهمة فيجب الإحتفاظ بالسمك فى ثلج.

السمك كغذاء fish as food

السمك والتغذية fish & nutrition

السمك ربما يمثل ١٠٪ من البروتين الحيوانى. ويمكن تقسيم السمك إلى قسمين قسم فيه السمك الطازج والمجمد والمدخن والمملح والمعلب والثانى فيه مركزات البروتين والزيت والمنتجات المحملاة ...الخ.

ويمكن أن يقسم السمك ذو الزعانف إلى سمك أبيض وأزرق والأول يتكون من الأنواع التى لها عضلات بيضاء أو مبيضة بدون وجود أحزمة fascicles عضلية جانبية ذات لون غامق وتتوافق مع المجموعة من الأسماك قليلة الدهن lean أو شبه دهنية (نسبة دهن لاتزيد عن ١,٥٪، ٨ - ١٠٪ على التتابع) مثل القد cod (*Gadus morhua*) والسالمون (*Salmo salar*) والنازلى hake (*Merluccius merluccius*) . ونوع آخر يتميز بالنسيج العضلى الغامق ووجود أوعية كثيرة جداً فى أحزمته الجانبية العضلية ونسبة دهن مرتفعة (أعلا من ١٠٪) تجعلها من الأسماك الدهنية مثل السردين (*Sardina pilchardus*) والرنجة (*Clupea harengus*) والاسقمرى mackerel (*Scomber scombrus*) والأنقليس eel (*Anguilla anguilla*). على أن التمييز مابين قليل الدهن lean وشبه دهنى semi-fat

والدهنى fatty fish يجب أن يتم بحذر لأن عدداً من الأنواع مثل السردين (سمك دهنى) أو النازلى hake (شبه دهنى) يمكن أن يكون لها مدى كبير من الإختلاف الموسمى فى محتواها الدهنى فبين أقصى حد أول من أكثر من ٢٠٪ وحد أصغر تحت ١٪ (بعد التوالد) وحد أقصى ثان من أكثر من ٧٪ (فترة الإنتاج الجنسى) وحد أدنى مابين ١٪، ٢٪. (Macrae)

أنواع أسماك الأعماق demersal فى الأجواء المعتدلة

demersal species of temperate climates

أنواع سمك قاع البحر مثل القد cod والحدوق haddock والبلايس plaice وسمك موسى sole والتى تعيش على أو قرب قاع البحر وهى بالمقارنة بالأنواع قرب السطح أو الأعماق القريبة pelagic تطلب كغذاء للإنسان لأنها تتميز بأن لحمها أبيض وقليلة الدهن.

وميزاتها أنها بيضاء اللحم وخالية من العظام – فيماعدا النسيج الهيكلى – ولها نكهة معتدلة وهذا يرجع إلى أن نسبة الدهن منخفضة وكثيراً ماتكون أقل من ٠,٥٪ (على أساس الوزن الطازج) بحيث أن النكهات القوية لأكسدة الدهن تكون غير موجودة. والسمك المسمى سمك مسطح flat fish مثل البلايس plaice وسمك موسى sole تحتوى على نسبة دهن أعلا حوالى ٥٪. والسالمون ولو أنه ليس من أسماك قاع البحر demersal sp. يمكن أن يحتوى على نسب مرتفعة من الدهن فى فترات معينة من السنة ولكن لايتعدى ١٤٪. كما أن السمك قليل الدهن يكون عرضة أقل للتحلل الذاتى السريع المرتبط بالأنواع البحرية/قرب السطح أو الأعماق القريبة pelagic وهذا معناه أن مستويات الأحماض الأمينية مثل الهستيدين وحمض الجلوتامايك والتى تحرر والتى تحرر بالتخزين وترتبط بالنكهة تميل إلى أن تكون منخفضة فهذه الميزات تجعلها جذابة.

القد cod (*Gadus morhua*)

وقد يسمى خاصة فى الولايات المتحدة القد الأطلنطى Atlantic cod ليختلف عن القد الباسيفيكى Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) ذو الرأس الكبيرة. والقد الصغير يسمى codlings والتى فى حجم متوسط مابين القد والقد الصغير تسمى قد متوسط sprags.

والقد دائرى تقريباً ٤ – ٦ مرات أطول من العمق ويستدق نحو الرأس والذيل. وطول الرأس حوالى ١/٤ الطول الكلى والفك السفلى الذى هو أقصر من العلوى له بَرْبَل/ليف لمس barbel والجزء العلوى من الجسم أخضر زيتونى مع بقع كثيرة غامقة ولكن اللون الأصلى قد يكون رمادياً أو أحمراً أو أصفراً ويمكن للقد أن يغير من لونه تبعاً للجو المحيط به. والجزء الأسفل من الجسم أبيض. والجلد مغطى بقروش صغيرة وهناك ثلاث زعانف طرية على الظهر ويوجد زعنفتان مابين الشرج والذيل. وهناك زوجان من الزعانف عند الزور وزوجان من الزعانف الصدرية أبعد قليلاً خلف غطاء الخياشيم. وأقل حجم للقد المسموح به

٣٥٠مم. وهو يفضل قيعان المياه الصخرية أو الرملية ويكاد لايوجد فى الطين.
وهو من آكلات اللحوم ويتغذى أساساً على السمك الدهنى ويعتمد على حاسة الشم لأنه لايرى أكثر من متر. وأنثاه تضع بيضاً فى المياه الضحلة على بعد ٥٥ متراً عادة فى الربيع وقد تضع ٣ - ٧ × ١٠٦ بيضة شفافة ١,٢ - ١,٦مم ولاتلتصق ببعضها البعض. والأب يخصبها والبيض يرتفع إلى سطح الماء ويفقس ٢ - ٦ أسابيع بعد ذلك ويتوقف ذلك على درجة الحرارة وتخرج اليرقات ٤,٨م فى الطول وتتغذى على الغوالق. وتصل إلى ٢٥ مم وعمرها ١٠ أسابيع فتنزل إلى القاع وتتغذى على الديدان والجمبرى الصغير.
والنمو والنضج يختلفان بإختلاف درجة الحرارة. والإتاء حوالى ٤٧٪.

السالمون the salmon

السالمون يوجد فى المياه العذبة ولكنه يعيش معظم حياته فى البحر حيث يصاد وهو عائد للمياه العذبة لوضع البيض anadromous fish. وسالمون الأطلنطى (*Salmo salar*) فضى لامع وهو فى البحر ويغمق عندما يعود للأنهار. واللحم وردى غامق ولايعلب ولكنه يباع أساساً طازجاً وكمدخن. والسالمون الباسيفيكى *Oncorhynchus* spp. يعرف بأسماء التشينوك chinook والتشم chum والكوهو coho والوردى pink والروكاى rockeye. وهو يعلب.
والسالمون شبه قليل الدهن semi-lean فالدهن يبلغ من ٠,٣ - ١٤٪ على أساس الوزن الرطب.

ولكن حتى على نسب الدهن العالية فإن النكهة الخشنة harsh لاتظهر والدهن يجعل اللحم أطرى من القد وهو سمك كبير يصل حتى ١٤ كجم. وشكله جميل فهو أزرق غامق على الظهر ويخف اللون إلى أزرق فاتح أو فضى لأبيض فى أسفل. وتبلغ نسبة البروتين ٢٠ - ٢١٪ على أساس الوزن الطازج وهو بجانب إعطائه المعادن المعتادة فهو مصدر غنى لليود ويجب ملاحظة الـ *Clostridium botulinum* فى السالمون المعلب.

السالمون المدخن smoked salmon

السالمون للتدخين يجب أن يكون طازجاً جداً ويحتوى على ١٤٪ دهن. وتزال أمعاؤه ويغسل جيداً وبعد إزالة الرأس تزال حزتان من عظمة الظهر بحيث أن اللحم والحزام الصدرى فقط تنقل إلى حجرة التمليح. وهنا تغسل الحزات فى ماء مثلج لإزالة أى آثار من الدم - والتى تتحول إلى السواد أثناء التدخين - قبل حكها بالملح الناعم. ثم توضع الحزات فى صناديق فى طبقات متبادلة من السمك والملح. وإذا تم ملء الصناديق توضع قطعة من خشب مع بعض الأوزان على أعلا الصندوق لمدة ٢٤ - ٣٦ ساعة. والملح ينفذ إلى الأنسجة ويمكن وضعه فى ماج ولكن التمليح الجاف والذى يؤدى إلى فقد فى الوزن يبلغ ٩٪ مفضل لأنه يحتاج إلى إزالة أقل للرطوبة أثناء التدخين والتجفيف. وبعد غسيل الملح من على السطح تعلق الحزات على نار منخفضة من البلوط وللحصول على نكهة جيدة يخلط البلوط مع خشب العرعر juniper. وقد يستخدم تنور kiln ميكانيكى

ولكن فى كلتا الحالتين يجب ألا تتعدى درجة الحرارة ٢٥ - ٢٨°م (فى اللحم) وتسمى هذه العملية التدخين البارد. وبعد ٦ - ٧ ساعات وأحياناً مع الحزات الكبيرة ١٢ ساعة فإن السطوح تكون قد جفت وتكون نكهات الخشب الرقيقة قد امتصت فيسمح لدرجة الحرارة أن تصل إلى ٣٥ - ٤٠°م. وهذه المعاملة الأخيرة تميل إلى أن تجعل الزيت يخرج إلى السطح ويعطى الحزات لمعاناً خفيفاً.

ولما كانت درجة الحرارة لاتصل إلى حد البسترة والسالمون يؤكل دون أى طبخ فالعناية يجب أن تصاحب العملية فجراثيم الـ *Clostridium botulinum* مقاومة للحرارة وتبقى بعد التدخين وقد تنمو وتنتج زعافاً. ويمكن ضبط إنتاج الزعاف بخليط من درجات الحرارة المنخفضة وزيادة فى محتوى الملح والتجفيف. فمثلاً عند درجات حرارة أقل من ١°م فإن تركيز ملح ٣,٥٪ (وزن/وزن) فى الطور المائى يمنع تكون الزعاف. والـ *Listeria monocytogenes* تبقى بعد عملية التدخين البارد وقد تتلوث المنتجات أثناء التناول وعمل الشرائح. ويجب ضبط درجة الحرارة تحت ٥°م لتثبيط نمو الكائنات الدقيقة.

الأسماك المفلطحة flat fish

الأسماك المفلطحة مثل البلايس وسمك موسى والهلبوت halibut هى أسماك تتغذى فى القاع. وصغار السمك fry تفقس مستديرة وبعد إمتصاص الصغار للصفار يتسطح الجسم وعندما تتسطح تهاجر عين واحدة إلى السطح العادى وهذا محكوم وراثياً.

والهلبوت halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) الذى يصل إلى ٣٠٠ كجم هو أكبر الأسماك المفلطحة وقد يصاد بالترول trawl أو بالخط الطويل وتنشر الخطوط التى قد تصل إلى ١٠٠٠ متر وبها ١٠٠ خط جانبى مزودة بطعم تفرش على قاع البحر وتترك لعدة ساعات. وأكثر من ٧٥٪ من الصيد يكون هلبوت halibut.

والسمك فى هذه المجموعة ممتاز فى الأكل والبروتين غنى فى الأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت مثل الميثيونين. واللحم طرى لأن مستوى الكولاجين (٢٪ من البروتين الكلى) أقل من القد (مثلاً) (٥٪) أو فى الحدوق haddock (٣ - ٤٪).

أنواع أخرى من سمك قاع البحر
other demersal species

مع البلايس plaice والقد cod فإن الحدوق haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) مرغوب جداً كسمك طازج ومدخن ويقل حيث تنخفض درجة الحرارة إلى أقل من ٥ - ٧°م كثيراً أو أعلا من ١٢°م. وهو يتغذى فى القاع على الرخويات molluscs والديدان وانقليس الرمل ويمكن أن تنمو كبيرة جداً فى المياه الشمالية.

وأصبح الأبيض whiting (*Merlangius merlangus*) مهماً بعد الزيادة فى الطلب على القد cod والحدوق haddock. والأبيض له قيمة غذائية كبيرة.

والبلوق pollack (*Pollachius pollachius*) فإن وزنه المحدود يجعله متعباً فى التحضير. لذلك يوجد اللنغ ling (*Molva molva*) والنازلى hake

(*Merluccius merluccius*). واللنـــغ له تفضيله المحدود ويمكن التنبؤ بوجوده وهو بطيء النضج. والنازلى hake يـأخذ ٩ سـنوات للنضـج والتوالـد. والأنقليس والقنجر (*Conger conger*) بحجمـه الكبير واللحم المتماسك للأنقليس يستخدم فـى الشوربة والبويابيس bouillabaisse.

الأنـواع قـرب السـطح والسـطحية فـى الأجـواء المعتدلة

pelagic species of temperate climates

الأنـواع قـرب السطح والسـطحية pelagic تتحـرك مابين السطح والطبقـات السفلـــى من البحـــــر ٢ - ٤٠٠ متر تبعاً للموسم والطبيعة الطبوغرافية لقاع البحر ولكنها تتغذى فقط على العوالـق ولها خـواص موحدة منها:

١- أنها تميل إلى تكوين أفواج shoals فى أوقات معينة من السنة وفى أماكن معينة.

٢- أنها تعرف كسمك دهنى وقد تصل نسبة الدهـن إلى ٢٠٪ وزن طـازج وهـى مصدر جيـد للأحمـاض الدهنية عديدة عـدم التشبع والأحمـاض الدهنيـة طويلة السلسـلة مع الفيتامينات القابلـة للذوبـان فـى الدهن مثـل أ، د، ئـى. والبروتين يبلـغ حـوالى ١٦٪ (وزن طـازج). وبروفيـل الأحمـاض الأمينيـة ممتـاز ومعظم المعادن موجودة وكذلك الفيتامينات القابلة للذوبان فـى المـاء من مجموعـة ب. فهى لها قيمـة غذائية عالية ولكن العـدد الكبير من العظم الدقيـق مع النكهـة القوية التى تتكون خـلال سـاعات قليلـة من الصيد - غالباً نتيجـة للتحلـل الذاتـى وإنتـاج هستيدين حر وحمض جلوتاميك وحملأة الدهـون مع بعض الأكسدة للدهون غير المشبعة - يؤثـر علـى إستخدامها.

٣- أنها تستخدم فى إنتاج جريش السمك.

٤- زيـادة السـمك تتقلـب كثيراً مع مجـهود الصيـد و/أو تأثير الظروف الجوية.

الرنجة the herring

الرنجة الموجودة فى شمال الأطلنطى تعرف بإسم *Clupea harengus* والموجـودة فـى الباسيفيـك *C. pallasii*. وجسم الرنجة أعمق منه فـى السُمْك وطـول السمكة حـوالى ٥ مـرات قـدر أكـبر عمـق. والجزء العلـوى من الجسم أزرق أخضر غـامق فـى لـون الصلـب الأزرق والخرطـوم snout أزرق مسـود وجانبا البطن فضيان. والفك الأسفل يـبرز قليـلاً من أعلا. وهنـاك زعنفة تظهـــر وحيـدة قصيرة وزعنفـة شـرجية anal قصيرة قـرب الذيـل وزعنفـة الذيـل مقسـومة جـداً. والزعـانف الحوضيـة خلـف بدايـة الزعنفـة الظهريـة بينمـا فـى الأسبـرطة sprat (*Sprattus sprattus*) توجد فى الأمام.

والرنجـة لهـا أغطيـة خياشـيم ناعمـة بـين البلشـارد pilchard والشـابل/الصابوغـة shad لهـا خطـوط تتشعع علـى غطـاء الخياشيم وقشـور متبـاعدة علـى حرف البطن إذا قورنت بالقشور المدببة الموجـودة فـى الأسـبرطة. والجسـم الأساسـى للرنجـة مغطـى بقشـور كبيرة رفيعة مفككـة ولايوجـد خـط جـانبى ظاهر. والفم كبير وبه أسنان صغيرة ضعيفة ولايوجـد بَرْبَل barbel. ومعظمها ٢٣٠ - ٣٠٠مم فـى الطـول وقد تصل إلى ٣٦٠مم وقليلاً ماتصل إلى ٤٣٠مم.

والرنجة الناضجة تتحرك إلى حيث تضع البيض عندما ينضج المنى milt والبطارخ roe. وتتجمع فى أنواع كبيرة والأنثى تضع بيضها فى قاع البحر حوالى عمق ١٠ – ٨٠ متر وعلى جزء متماسك مغطى بأحجار صغيرة حيث يلتصق البيض. ويبلغ عدد البيض ٢٠٠٠٠ – ٤٠٠٠٠ بيضة وفى نفس الوقت يخصبها الذكر وهذا البيض يمكن جمعه وتصديره كما يحدث فى اليابان. ويحضن البيض لمدة ١٠ – ٣٠ يوماً ويتوقف على درجة حرارة البحر وفى البحر الشمالى ١٤ – ٢٠ يوماً واليرقات مع كيس صفار البيض حوالى ٦ – ١٠مم وتطفو مع التيار. وتتغذى على المعلقات. وعندما تصل إلى ٤٠مم تبتدىء فى تكوين قشور وتأخذ لمعاناً فضياً وتتحرك إلى قرب الشاطىء حيث تصاد. وهى تترك هذا المكان بعد حوالى سنتين وتتحرك إلى عمق البحر وتبلغ النضج الكامل فى ٣ سنوات. وتتغذى الرنجة البالغة على المعلقات الحيوانية خاصة مجذافى الأرجل الصغير tiny cope pods (*Calanus* sp.) قريب السطح.

المناولة والنقل handling & transport

الرنجة مثل معظم الأنواع البحرية/قرب السطح والأعماق القريبة pelagic فالسمك قابل للفساد جداً ويستلزم العناية والتبريد السريع وهى عادة لاتزال أمعاؤها فى البحر فتبرد فى تنكات ثابتة مملوءة بماء بحر مبرد صناعياً. وهذا يعيق التفريغ عند الوصول للشاطىء فيتم ضخها بالمضخة. والترولات trawlers المجمدة يمكن إستخدامها لصيد وتجميد الرنجة فى البحر ويوجد مراكب أم لتعليب وتجميد السمك فيمكن حفظها على -٣٠°م لمدد طويلة بدون تغيير بغرض حمايتها من الجفاف والأكسدة بالقشع glazing الصحيح والتعبئة الجيدة. وزمن حفظها كالآتى:

١- الرنجة غير مزالة الأمعاء ذات المحتوى الدهنى المتوسط تبقى فى حالة جيدة لمدة ١٠ ساعات على ١٥°م وتفسد فى٣٠ساعة.
٢- الرنجة المخزنة جيداً فى ثلج كاف أو مغموسة فى ماء بحر مبرد صناعياً تبقى فى حالة جيدة لمدة ٢ – ٣ أيام ولكنها تصبح غير مقبولة بعد ٥ – ٦ أيام. وزمن الإحتفاظ يتوقف على المحتوى الدهنى وكمية الغذاء فى الأمعاء.
٣- الرنجة المجمدة فى البحر بعد الصيد تحتفظ بحالتها الجيدة لمدة ٧ أشهر على -٣٠°م أو أطول إذا أحسن قشعها glazing وتعبئتها.

والرنجة المدخنة على البارد kipper والمدخنة red herring وسائر أنواع الرنجة المدخنة bloater or buckling تملح جيداً (حتى ١٠٪) (وزن/ وزن) وتدخن جيداً لتسمح بحفظها على درجة حرارة الغرفة. ولكن الآن يحدث تمليح خفيف (٢ – ٣٪) والتدخين للأغراض العضوية الحسية ولكن يجب تجنب النكهات غير المرغوبة والتحلل الذاتى للمعدة والبطن المتفجرة أو ضرر لتركيب الخياشيم الدقيق وهذا يشمل تناول الـ bloaters والبكلنج buckling لأن أمعاء السمك تكون موجودة فى وقت التمليح وعلى ذلك فالتبريد أو التجميد فى البحر ضرورى.

الاسقمرى the mackerel

الاسقمرى (*Scomber scombrus*) له مظهر مستدير وانسيابى وله زعافتان ظهريتان متبوعة بخمسة زعينفات finlets وفى الأسفل زعنفة واحدة شرجية مع خمس زعينفات مع زعنفتين صدرية وحوضية مزدوجتين. واللون الأزرق المخضر للظهر مع الخط الأسود والخط الجانبى الغامق يظهر على السطح الأسفل وهذا يجعله مميزاً عن التن horse mackerel (*Trachurus trachurus*) ويسمى أحياناً scad. ومثل الرنجة فإن الاسقمرى سمك دهنى وتبلغ نسبة الدهن فيه ١ - ٢٢٪ مع ١٦ - ٢٠٪ بروتين (على أساس الوزن الطازج) مع فيتامين أ مابين ٥٠، ٢٠٠ وحدة دولية/جم من السمك (الرنجة ٢٠ - ٤٠٠ وحدة دولية/جم) وفيتامين د ١٠٠ - ١٠٠٠ وحدة دولية /جم من السمك (١ وحدة دولية فيتامين أ = ٠,٣ ميكروجرام وواحد وحدة دولية فيتامين د = ٠,٠٢٥ ميكروجرام). واللحم يميل إلى أن يكون غامقاً فى اللون ومالم يكن طازجاً فإنه يكون ذا نكهة قوية. وينطبق عليه ماذكر للرنجة من حيث تاريخ الحياه والمناولة والإستخدام. ويدخن الاسقمرى بنسب بسيطة كما يعمل منه بانيه ويعلب. ولكن فى الأغلب تغذى به الحيوانات.

البلشارد the silchard

البلشار (*Sardina pilchardus*) يعلب فى زيت أو صلصة طماطم والعينات غير الناضجة تنتهى إلى أنها تؤكل كسردين والناضجة تبلغ ١٨ - ٢٠سم فى الطول. وهى ذات رائحة قوية ولكن البلشارد و/أو السردين مصادر غنية للمغذّيات ولا يُزَال منها إلا الرأس والذيل.

وتركيب البلشارد المعلب ٦٤٪ ماء، ١٥٪ دهن، ١٩٪ بروتين. وتترك العظام والأمعاء وأكثر من ٩٠٪ من فيتامين أ تكون فى الأمعاء أما العظام فهى تعطى الكالسيوم والفسفور وبعض المعادن الآثار. وبلشارد جنوب أفريقيا (*Sardinops ocellata*) يعلب فى المملكة المتحدة.

بعض الأنواع البحرية/قرب السطح والأعماق القريبة other pelagic species

الأسبرط sprat (*Sprattus sprattus*) من الأسماك البحرية/قرب السطح والأعماق القريبة وكذلك البورى grey mullet (*Chelon labrosus*) وهو جذاب رمادى غامق على الظهر والجوانب الغضة بها خطوط رمادية فى طول السمكة كما أن له طعماً مقبولاً.

التونا والأسماك المشابهة فى الأجواء الإستوائية tuna & tuna-like fish of tropical climates

تكون التونا أعظم مصدر سمكى فى البحار الإستوائية العالية. وهى كبيرة وهى من نوع الاسقمرى scombrid (العائلة Scombridae ومنها الاسقمرى mackerel والبينيتو bonito) وتعوم فى قطيع أسماك كبير الحجم ويشار إليها بالبحرية/قرب السطح والأعماق القريبة ocean pelagic وتصاد بالخطوط الطويلة، وبالعمود والخط، وبسينة الكيس purse seining.

ومن التونا الكبيرة فإن التونا (ذات الزعنفة) الصفراء (*Thunnus albacares*) yellow-fin tuna والوثاب (*Katsuwonus pelamis*) skipjack والتونا ذات العين الكبيرة big eye tuna (*T obesus*) توجد في المياه الإستوائية في حين أن القنبر (*T. thynnus*) blue fin والألبكورة albacore (*T. alalunga*) فهي توجد في المياه المعتدلة.

والتونا الصغيرة ومنها Atlantic little tuna (*Euthynnus alleteratus*) والتونا الحراقة frigate tuna (*Anuxis thazard*) وتونا الكرة الصغيرة bullet tuna (*A. rochei*) والبينيتو الأطلنطي Atlantic bonito (*Sarda sarda*) والشيمية carangid (*Elagatis bipinnulata*) فهي توجد أقرب للشاطىء عن التونا الكبيرة. والتونا تهاجر كثيراً وتتحرك من الأماكن الساحلية إلى وسط المحيط.

القيمة الغذائية nutritional value

التونا غنية في البروتين عالي الجودة فهي أغنى من لحم البقر والدجاج وكذلك فيتامينات ب١٢، أ، د والفوسفور واليود والفلور. والوثاب skipjack (*K. pelamis*) يتكون عضله من ٦٩-٧٢,٦٪ رطوبة، ٢٢,٤ – ٢٥,٥٪ بروتين، ١,٦ – ٢,٦٪ دهن و ١,٥ – ٢,٤٪ رماد وربما يصل الدهن في أنواع المياه المعتدلة إلى ٤,١٪. واللحم يبلغ ٦٩,٧٪ ومايهدر يبلغ ٣٠٪. ولاتتأثر جودة البروتين بالطبخ أو التعقيم في التعليب (جدول ١).

جدول (١): القيمة الغذائية للتونا.

المغذى	تونا خام	تونا معلبة
أحماض أمينية أساسية (مجم/١٦ جم ن)		
هستيدين	٦,٥٩	٥,٠٧
ايزولوسين	٤,٤٩	٤,٤٧
لوسين	٨,٢٤	٨,٣٣
ليسين	٨,٧٩	٨,٦٧
سستين	١,٦٣	٢,٧٢
فينيل ألانين	٣,٦٣	١,٤٧
ثريونين	٤,٥٧	٣,٨١
تربتوفان	٤,٥٧	١,١٩
فالين	٥,٣١	٥,٣٣
فيتامينات ومعادن (/١٠٠ جم)		
ثيامين (ميكروجرام)	١٨٩	١١
ريبوفلافين (ميكروجرام)	٣٠٥	١٥٢
حمض نيكوتينيك (مجم)	٢٨	١٩
صوديوم (جم)	٠,٢٧	٢,٣٩
بوتاسيوم (جم)	٠,٩١	٠,٦٣
كالسيوم (مجم)	٢,٩٤	٠,٨٠
حديد (مجم)	٨,٧٦	٥,٥٩
نحاس (مجم)	٢,٥٤	٠,٦٣

❖ طرق الصيد fishing methods

• الصيد بالخطوط الطويلة

الخطوط الفرعية تتصل بخط رئيسي والعوامات والغائصات sinkers تتصل أيضاً بالخط الرئيسي وتمد الخطوط في البحر لصيد التونا العائمة في الأعماق المتوسطة.

• الصيد بالعمود والخط pole & line fishing
عندما يتعرف على فوج من الأسماك عن طريق صوت الصدى echo sounder فإن المركب تقترب من الفوج بسرعة ويستخدم الطعم الحى (أساساً الأنشوجة) لجذب الأسماك وبعد ذلك السمك يمسك.

• سينة الكيس purse seine
السينة شبكة كبيرة (تبلغ حتى ١٥٠٠ متر فى الطول و١٤٠ متر فى العمق) ومعدل غوص الشبكة مهم. وتطلق سينة الكيس من المركب الأم وبمساعدة واحدة أو أثنين من المراكب الأصغر يحاط فوج السمك وقاع الشبكة يقفل بعد ذلك ليكون مايشبه السلطانية حيث لايستطيع السمك الهرب وعندما تنتهى هذه العملية تشد الشبكة إلى السطح.

والوثاب skipjack يصل فى الوزن إلى ٥ كجم أما التونا الصفراء yellow fin tuna فصغارها تتركز فى المياه على السطح عند خط الإستواء والبالغ منها ينزل إلى الأعماق. والتونا ذات العين الكبيرة big-eye tuna تعوم فى الأعماق وهى أعرض من التونا الصفراء yellow fin tuna وليس لها زعانف طويلة (شرجية وظهرية) وتوجد فى المناطق مابين الإستوائية.

والتونا ذات العين الكبيرة big-eye tuna توجد فى الأعماق ومدارسها توجد كثيراً تحت حطام السفن المنجرفة على عمق ٥٠ – ١٠٠ متر من الماء. والأليكورة albacore توجد فى المياه المعتدلة وتحت الإستوائية وتوجد الصغار منها فى المياه التى درجة حرارتها ١٥ – ٢٠°م أما الكبار فتوجد فى مناطق قريبة من خط الإستواء فى المياه العميقة ذات درجة الحرارة ١٤ – ٢٥°م. فى حين أن التونا الزرقاء (*T. maccoyr*) فهى أكبر من الأنواع الأخرى قد تصل إلى ٢٠٠ كجم و ٢٢٥ سم فى الطول وتعيش حتى ٢٠ سنة. وهى توجد فى المحيطات الثلاث فى مياه درجة حرارتها ٥-١٠°م وتصل للبلوغ فى سبع سنوات عندما يكون طولها ١٤٠ سم. والإناث تضع حتى ١٤-١٥ × ١٠^٦ بيضة.

والكاواكاوا kawa kawa (*Euthymnus affinis*) وقد تسمى التونا الصغيرة الشرقية فهى توجد فى المياه الساحلية الإستوائية وتحت الإستوائية. واليرقات والصغار تصطاد عند الساحل ولكن أحياناً بعيداً عنه. ويُمْسَك أفراد منها تبلغ ٤٥ – ٨٥ سم. والتونا الحراقة frigate tuna (*Auxis thazard*) (كذا) صغيرة ونادراً ماتصل إلى أكثر من ٦٠ سم والمتوسط ٢٥ – ٤٠ سم وهى عادة ساحلية.

والتونا ذات الذيل الطويل long-tail tuna (*T. tonggol*) أنواع ساحلية ولاتوجد فى المياه العكرة أو قليلة الملوحة ويبلغ أقصى طول لها ١٣٠ سم. والأنثى التى تعيش حتى تصل إلى ٤٤ – ٤٩ سم تنتج ١,٤ × ١٠^٦ بيضة وهى نهمة/شرهة جداً.

والتونا إجتماعية وتعوم فى قطعان/مدارس.

التخزين والمناولة storage & handling
تخزن التونا فى: ١- الثلج. ٢- ماء مثلج. ٣- بالتجميد السريع. وعلى سطح المركب يجرى

التجميد بالمأج على -٢٠°م وإذا لم تعامل التونا جيداً فإن الزعاف toxin قد يتكون.

التسم الاسقمرويدى scombroid poisoning

ينتج هذا عندما لاتخزن أفراد عائلة Scombridae جيداً ثم تؤكل. والزعاف الثابت ضد الحرارة يتجمع فى اللحم أثناء التخزين نتيجة تكاثر الكائنات الدقيقة ولايحدث أن يهدم أثناء التعليب أو التدخين. وسببه غير معروف ولكنه مرتبط بمستويات عالية من الهستماين فى لحم السمك. والأسماك الاسقمرية بها تركيز مرتفع من الهستيدين والذى يتحول إلى هستامين بواسطة الديكاربوكسيلاز البكتيرى وهذا الإنزيم يوجد فى الـ Enterobacteriaceae خاصة *Proteus morganii* وأنواع *Klebsiella* والـ *Hafnia* والتى تنمو بسرعة على درجات حرارة أعلا من ١٥°م. فإن خزن السمك على درجات حرارة ١٥-٢٠°م فإن الهستامين يتكون.

الإستخدام utilization

التونا تتكون من عضلات خفيفة اللون وأخرى غامقة واللحم خفيف اللون يستخدم فى التعليب واللحم الغامق يستخدم محلياً. وهو يدخن ساخناً أو يعلب أو يجمد.

التعليب canning

التونا ومشابهاتها تستخدم فى التعليب (الصورة ١) وتنتج العبوة الصلبة solid pack والرقائق flakes والكتل chunks والحزة fillets. وهى تعبأ إما فى زيت أو مأج أو صلصة طماطم والفضلات offals تذهب لإنتاج جريش السمك.

المعاملة المبدئية (تيع وتقطيع إلى أجزاء وغسيل)
↓
الطبخ المبدئى (تبريد وتجفيف)
↓
التعبئة (فصل العظام والجلد واللحم الغامق، التعبئة فى علب، التمليح (إختيارياً)، الملء فى زيت أو مأج)
↓
المعاملة بالبخار (القفل المحكم seaming وغسيل العلب)
↓
التعقيم (تحت ضغط)
↓
المعاملة النهائية (غسيل وتجفيف العلب، الوضع فى كرتونات، النضج والتخزين)

الصورة (١) المعاملات الرئيسية فى تعليب التونا.

التدخين smoking

تدخن التونا فى اتون/تنور kilm يعمل بحرق الخشب أو الفحم أو الغاز.

جريش السمك fish meal

الهيكل والرأس والأمعاء وهى مهدورة يمكن تحويلها إلى جريش ممتاز. كما استخدمت التونا فى عمل مفروم mince الذى يستخدم فى إنتاج أكلات خفيفة.

❖ أنواع بحرية/قرب السطح أو الأعماق القريبة pelagic في الأجواء الإستوائية

pelagic species of tropical climates

السمك قرب السطح أو الأعماق القريبة pelagic يعيش على سطح الماء أو بالقرب منه. وهناك فئتان من السمك البحرى/قرب السطح أو الأعماق القريبة pelagic والتى تكون مصادراً سمكية هامة في الإستوائيات.

١- تلك التى تحتل المحيط المفتوح بعيداً عن الشاطىء ومن السطح (إلى عمق يبلغ حوالى ١٥٠متراً) وهي عادة كبيرة سريعة آكلة للحوم مثل التونا وأسماك أصغر.

٢- سمك يحتل مياه سطح أو قريب من السطح في مياه القارة الضحلة continental shelf.

كما يوجد السمك قرب السطح أو الأعماق القريبة pelagic في البحيرات الداخلية الكبيرة في الإستوائيات حيث أنواع مثل الصابوغيات clupeides أو الشبوطيات cyprinids وهي مهمة.

الخواص characteristics

الأنواع قرب سطح أو الأعماق القريبة pelagic تسود في الإستوائيات وخواصها ومنها الكثرة وكثافة المدارس تسمح بصيد سمك بكثافة. وكل نوع له خواص تتماوج مع المواسم. ومن الأنواع الإستوائية والتى تظهر تغيراً كبيراً هي الشابل/الصابوغة shad (*Ethmalosa dorsalis*) وهي تحتوى من الدهن على ٢ - ٧٪ (وزن رطب) ويبلغ أقصاه في يوليو. ويختلف محتوى الزيت مع الحجم (الجدول ١).

جدول (١): التغيرات الموسمية فى الدهن والماء فى الأسقمرى وسردين الزيت.

الشهر	الأسقمرى		سردين الزيت	
	٪ ماء	٪ دهن	٪ ماء	٪ دهن
يناير	٥٧	٢٤	٦٧	١٣
أبريل	٧٠	٩	٧٧	٣
يونيو	٧٤	٧	٧٨	٢
يوليو	٧٤	٨	٧٨	٣
اكتوبر	٦٦	١٤	٦٦	١٣
ديسمبر	٥٧	٢٢	٦٧	١٣

والحجم الصغير لبعض اعضائها يحد من الإستعمال ولكنها تذهب إلى جريش السمك والزيت.

أمثلة من الأنواع قرب السطح أو الأعماق القريبة pelagic

الأسقمرى mackerel

لحم الأسقمرى له نشاط إنزيمى أعلا عن بقية الأسماك وتكسر المواد المتصلة بالأدينوسين ثلاثى الفوسفات (أ.ثلا.ف ATP) سريع ونجاح تخزينه يتصل بدرجة الحرارة المستخدمة فالتخزين التجميدى عند -١٨ إلى -٣٠°م يسمح بالتخزين لمدة ٢ - ٣ أشهر. أما الثلج المهروس (صفر°م) فيحفظه لمدة ٤٨ ساعة. والأستمرى يحتوى ٧٦٪ رطوبة، ١٨٪ بروتين، ٤٪ دهن، ٠,٧٪ كربوايدرات، ١,٣٪ معادن. وهو يعلب أو يملح أو يجفف أو يدخن.

بونجا bonga

البونجا bonga (*Ethmalosa dorsalis*) تحفظ بالتجفيف والتدخين وهى تتغذى على العوالق النباتية عند درجة حرارة ٢٥°م. وهى توجد مابين ٢٢° شمالاً، ١٢° جنوباً.

والبونجا bonga لها متوسط طول من ٤٠-٣٦٠ مم ويتوقف على المكان والموسم. وهى تضع البيض فى البحار ويفقس البيض فى المياه الدافئة وتتحول metamorphose بسرعة. والطور غير الناضج يتحرك من مصب النهر إلى المياه قليلة الملوحة brackish فى الجداول حيث تنمو إلى ١١-١٧ مم قبل أن تهاجر مرة أخرى إلى البحر. وتختلف فى تركيبها مع الموسم فيزيد محتوى الدهن من أقل من ١٠٪ (على أساس الوزن الجاف) فى يناير إلى أكثر من ٢٠٪ خلال يونيو ويوليو حيث تنقص بعد ذلك إلى أقل من ١٠٪ فى سبتمبر.

السردين sardine

فى *Sardinell longiceps* أو سردين الزيت هو أهم وأكثر توزيعاً فى الظروف الاستوائية. والتركيب: ٦٥٪ رطوبة، دهن ١٤٪، بروتين خام ١٨٪، رماد ١,٨٪، فوسفور غير عضوى ١٧٥ مجم ونتروجين أمينى ١٠٥ مجم. وهى مهمة فى التعليب. والسمك معرض للتلف البكتريولوجى وليس عملياً أن تزال الأمعاء وعلى ذلك فإنزيمات الأمعاء قد تسبب خسارة كبيرة فى الزيت والبروتين. ويحسن غمس السمك فى مضادات أكسدة قبل التجميد لأن علو المحتوى الدهنى ودرجة عدم تشبعه بسبب وجود أحماض دهنية عديدة عدم التشبع وما ينتج من تزنخ تأكسدى قد يسبب متاعباً. وهو يدخن ويجفف شمسيا ويعلب ويستخرج منه الزيت.

المناولة والحفظ handling & preservation

يجب تجنب الكائنات الحية الدقيقة لتجنب الهدم. فتنظف العنابر وحاملات النقل والتنكات والأحواض قبل كل إستعمال. وخفض درجة الحرارة بمقدار ٥ - ٦°م من خلال إضافة الثلج يقلل من التفاعلات البيوكيماوية ويمد من عمر التخزين بحوالى ١٠٠٪ فالإنزيمات تعمل بدرجة أقل على درجات الحرارة المنخفضة فيخلط الثلج مع السمك. وكذلك إستخدمت الطرق الميكانيكية فى التبريد مثل ماء البحر المبرد ميكانيكا وقد تستخدم الكيماويات ولكن هذا غير مقبول.

التبريد بالثلج ice chilling

حوالى ١كجم من الثلج تكفى لتبريد ١٠٠كجم من السمك درجة واحدة مئوية وعندما يخلط السمك بالثلج جيداً فإن التبريد إلى صفر°م يحدث فى خلال ساعات قليلة.

ماء البحر المبرد صناعياً
refrigerated sea water

وهذا يشمل تبريداً صناعياً وتدوير ماء البحر بالدفع فى تنك حول السمك. ومن ميزاتها سهولة العملية وسرعة التبريد وإنخفاض درجة الحرارة. ويتجنب سحق السمك حيث يملأ التنك تماماً ويدار الماء من أسفل لأعلا. ويتجنب التزنخ التأكسدى للأسماك

الدقيقة إذا مُنِعَ الهواء من الدوران ويبلغ عمر التخزين حوالي أسبوع. وبعض العيوب هي إمتصاص الأسماك قليلة الدهن للماء وإرتفاع الملح الكلي. ومعاملة المياه بواسطة ك أ، يثبط البكتريا ويزيد من عمر التخزين للسمك ولكنه قد يؤثر على جودة الناتج النهائي.

التجميد freezing

ويستخدم التجميد بالألواح plate freezing أو بالمأج brine freezing والعنابر مبردة والمراكب الصغيرة التى لايوجد عليها مبردات تحمل ثلجاً من نوع خاص للتبريد أثناء الصيد.

التمليح salting

وهو إما يستخدم كمحلول بالغمر أو يحك الملح المُحَبَّبَ على سطح السمك. وتقسم الأسماك الكبيرة قبل التمليح وهذا يزيد من مساحة السطح ويقلل من المسافة التى يجب أن يخترقها الملح. والملح يمنع نمو كائنات الفساد ولكن الكائنات الدقيقة الأخرى لاتتأثر بوجوده وهذه هى المحبة للملح. ومعظم النشاط الإنزيمى يقف فى السمك المملح كثيراً ولكن مع الملح الأخف فإن السمك قد يكون له نكهات خاصة نتيجة للنشاط الإنزيمى ونمو الكائنات التى تتحمل الملح. وقد يحدث الفساد العفنى إذا لم تضبط مستويات الملح والتخمر. وقد حدثت إصابات من *Clostridium botulinum* عندما لم يستخدم ملح بدرجة كافية. وسواء استخدمت طريقة الملح الجاف أو الرطب فإن الملح يجب أن يكون نظيفاً لأن الشوائب تؤثر على معدل إختراق الملح للحم السمك. وإذا لم تكن جودة الملح أو الماء جيدة فإن المأج يغلى جيداً أو يبرد أو يخبز الملح أولاً.

التمليح الرطب brining

التمليح الرطب لن يحفظ السمك إلا إذا أستخدمت التركيزات المناسبة ويحضر بإذابة الملح المتبلر فى الماء لدرجة التشبع وفيه يحتوى لتر الماء على ٣٦٠ جم ملح. ولايستخدم التمليح الرطب كطريقة للحفظ ولكنه يستخدم كطريقة تحضيرية للتمليح والتدخين والتجفيف.

التمليح الرطب والضغط brining & pressing

يزال رأس السمك وأمعاؤه ويغسل قبل وضعه فى المحلول المشبع فى وعاء مقفل. ويقلب المخلوط ويلاحظ المحلول المشبع يومياً لمدة ٦ أيام حيث يأخذ اللحم الملح وبذا يضمن أن الكائنات الدقيقة لن تفسده. ثم يوضع السمك فى طبقات فى صناديق خشب مضلعة slatted وتضغط لمدة ٨ - ١٨ ساعة وهذا يزيل الماء الزائد والهواء الموجود بين السمك والذى إن لم يزال يؤدى إلى التزنخ. والسمك المملح يكون كتلة متماسكة ويمكن تعبئته فى كرتونة بوليثين polythene فيعيش لمدة ١٠ أسابيع.

السمك المهروس minced fish

يستخدم مكن لفصل اللحم عن الجلد والعظم ويفرم اللحم الذى يكون مادة خام. وإحدى عيوب هذه الطريقة هو ميل المفروم أن يكون جَشِباً. والمشاكل الأخرى تتعلق باللون ووجود أجزاء من الجلد والعظم والتى تعزز التزنخ وكذلك وجود الطفيليات.

التجفيف drying

التجفيف فى الظل shade drying: إذا عرض السمك لدرجة حرارة مرتفعة ورياح عالية يحدث التصلب السطحى case hardening ولتقليل ذلك يجفف السمك فى الظل قبل نقله إلى العراء. وتستخدم رفوف تجفيف مرتفعة لأنها صحية أكثر ولأن لها ميزاتها على التجفيف الأرضى من حيث إنسياب الهواء ومساحة السطح المعرضة وعدم وصول الحشرات والقوارض وكذلك تصفية الرطوبة الزائدة.

التجفيف بإستخدام الطاقة الشمسية solar drying: تجمع طاقة الشمس وتركز لإعطاء درجات حرارة مرتفعة مع زيادة معدل التجفيف. وهذه الطريقة لها ميزتها خاصة فى المناطق الإستوائية الرطبة حيث نسبة الرطوبة عالية لتسمح بتجفيف طبيعى سريع. والتجفيف بإستخدام الطاقة الشمسية يعمل على الحماية من الذباب والخنافس والحشرات الأخرى وكذلك الجو المعاكس وبذا تتحسن جودة السمك إذا قورنت بالتجفيف الشمسى التقليدى.

والتجفيف بإستخدام الطاقة الشمسية كثيراً مايكون له سعة منخفضة.

التدخين smoking

يتيح التدخين ثلاث ميزات: ١- قيمة حفظ للدخان بجانب إعطاء نكهات خاصة للسمك وبعض مكونات الدخان تقتل البكتيريا مثل الفينول. ٢- النار تجفف السمك. ٣- قد يتم التدخين على درجات حرارة منخفضة أو مرتفعة فإذا أجريت على درجة حرارة مرتفعة فإن اللحم يتم طبخه وتهدم الإنزيمات والبكتيريا.

وأثناء التدخين البارد فإن أقصى درجة حرارة هى حوالى ٣٠ - ٤٠°م. أما أثناء التدخين الساخن وهو الطريقة التقليدية فى البلاد الإستوائية فإن اللحم يطبخ ويدخن جيداً ويجفف وهذا يسمح بتوزيع وتخزين السمك بدون تسهيلات خاصة. وفى أبسط طرقه يعلق السمك على نار تحترق وتقسم التنورات kilns إلى مدخنات حمل طبيعى ومدخنات صناعية. فمع مدخنات الحمل convection smokers فإن الحرارة من النار تسبب أن عموداً من الدخان الدافئ يرتفع وتعلق الأسماك أو توضع على صوانى فوق النار وفى المدخنات الصناعية mechanical تستخدم دافعات blowers لإدارة الهواء.

التعليب canning

وهو يستخدم لمعاملة كميات سمك كبيرة من مراكب الصيد الصناعية وهو يجعل الناتج معقماً وبذا لايفسد. ويتطلب السمك كالسردين مناولة خاصة لتقليل التجريح وتضرر الجلد والمظهر ....الخ فهى تتطلب عملاً كبيراً وقد يحفظ بالتعليب فى ماج أو زيت أو صلصة.

المنتجات المتخمرة fermented products

نظراً لعمر الرف المحدود للأسماك المملحة وغير المجففة تنتج هذه المنتجات المتخمرة.

المنتجات المعاملة الأخرى
other processed products

تستخدم الأسماك قرب السطح أو الأعماق القريبة pelagic فى إنتاج زيت وجريش. والسردين يعطى إذا أحسن إستخدامه ١٢٪ زيت يحتوى على أحماض دهنية عديدة عدم التشبع. وزيوت السمك تستخدم فى مبيدات الحشرات وهى غير سامة للإنسان كما تستخدم فى عمل الصابون الصلب ويستخدم المتبقى من إستخراج الزيت فى جريش السمك وهذا ينتج عن تجفيف وطحن السمك أو بقاياه.

تأثير المعاملة على جودة السمك
effects of processing on fish quality

بسبب تأثير الحرارة على مسخ البروتينات يصبح السمك أكثر تماسكاً ويحدث إنكماش ويخرج عصير ويحدث فقد فى الوزن حوالى ١٥٪. أما فيتامين أ، د الموجودة فى الأسماك الدهنية فثابتة. ويفقد جزء كبير من اللحم مع العظام فى التشذيب. والتجفيف والتدخين يسببان فقداً وفى التمليح يفقد لأن الماء يسحب للخارج ولأن البروتين بعضه يذوب فى المأج بحيث تفقد بعض المواد النتروجينية بينها أحماض أمينية. والمعاملة الحرارية تقلل من الليسين والميثيونين خاصة فى تحضير الجريش بالنسبة لليسين. ويفقد حوالى ٧ - ٣٣٪ ليسين ويزداد محتوى الزيت فى اللحم من ٦ - ١٥٪ (وزن جاف) أثناء التدخين. وعملية التمليح تعزز من التزنخ التأكسدى ويصبح الدهن غير متاح كما أن التجفيف الشمسى يسرع من التزنخ. أما التبريد بالثلج أو التجميد فيفقد السمك قليلاً من القيمة الغذائية إذا تم تناول السمك جيداً ونسبة صغيرة من المغذيات تفقد بالنض أثناء التخزين فى ثلج. وينتج عن نمو البكتيريا : ١- فقد فى المغذيات مثل الأحماض الأمينية الأساسية. ٢- إنتاج زعاف (بوتشيلينى مثلاً). ٣- إنتاج مركبات (مركبات كب يد مثلا) تتفاعل مع الأحماض الأمينية (ليسين مثلاً) فتقلل من القيمة الغذائية للسمك. وأثناء التخزين التجميدى يحدث أكسدة للأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع وقد أمكن تثبيط التزنخ فى جلد السمك بخفض درجة الحرارة إلى - ٤٠°م. وقد يلاحظ تكون صبغات أو ألوان غير مرغوبة. وعُزِىَ تكون قوام جَشِب وجاف أثناء التخزين التجميدى للسمك إلى تغيرات فى البروتين الليفى العضلى.

توزيع السمك قرب السطح أو الأعماق القريبة
pelagic

يوجد نظامان للتوزيع واحد خاص بالسمك المجمد والآخر بالسمك المعالج cured. ولكن يلاحظ وجود وسطاء يحصلون على الربح الأكبر بينما يحصل الصيادون على أقل شىء بالنسبة لمجهودهم. بينما يدفع المستهلك أسعاراً مرتفعة.

❖ أنواع أسماك أعماق البحار فى الأجواء الأستوائية
demersal species of tropical climates

المياه الإستوائية بها عدد أكبر من أنواع السمك عن تلك الموجودة فى خطوط العرض الأخرى الأعلا. وتتركز أسماك أعماق البحار demersal fish ذات القيمة الإقتصادية فى الرصيف القارى

والمنحدر القارى حتى عمق ٥٠٠ متراً. وهى تعيش على أو بالقرب من قاع البحر وتشمل النعاب croaker (Pseudotolithus spp.) والسلور/الصلور catfish (Arius spp.) وسمك موسى soles (Solea soles) وذات الأنف اللامع shiny nose والناضر grunter (Pomadasys spp.) والنهاش snappers (Lutjanus spp.) والقُشر/اللوط/ الأخفس grouper (Epinephelus spp.) والميجالوب megalops والبورى mullet.

الإستخدام utilization

السمك الكبير مرغوب فهو يؤكل طازجاً أو مجمداً أما الأسماك الصغيرة فتعتبر نفاية. وفى المناطق الإستوائية فإن مايُصاد من أسماك المياه العميقة demersal يبلغ ١٣٪ من كل الصيد البحرى.

المناولة handling

المعاملة بالثلج هى الطريقة العامة لتبريد السمك أثناء المناولة والنقل وبعض المراكب تحمل ثلجاً بينما الآخر به أجهزة تبريد صناعية. والسمك يمسك ويفرز ويثلج والفرز يعرض السمك للشمس على درجة حرارة ٦٠ - ٦٥°م. وهذا قد يؤثر على قيمة الحفظ فى المدى الطويل. والسمك يحتفظ بنفسه إذا قورن بأسماك المناطق المعتدلة. وتختلف فلورا البكتيريا تبعاً للمناطق والبكتريا المحبة للبرودة psychrotrophic والتى هى مسئولة عن خسارة السمك المبرد تكون جزءاً غير جوهرى من فلورا السمك الإستوائى ولكنها تسود فى بكتيريا سمك المياه المعتدلة.

المعاملة

- **جريش السمك fish meal**

جريش السمك هو الناتج من تجفيف وطحن السمك أو مهدوره والذى لم يضف إليه أى مادة أخرى فأى سمك يمكن أن يحول إلى جريش سمك.

المادة الخام raw material: يمكن أن تقسم المادة الخام المستخدمة فى إنتاج جريش السمك إلى: ١- سمك أمسِك بغرض تحويله إلى جريش السمك. ٢- بالإمساك by-catch من الأماكن الأخرى. ٣- نفاية السمك offal ومهدوره من العمليات الأخرى.

طريقة الإنتاج production method: يشمل إنتاج جريش السمك التسخين والطبخ لتجميع البروتينات وإطلاق الماء والزيت ثم الضغط لفصل السوائل من المواد الصلبة وأخيراً التجفيف والطحن لإنتاج مسحوق أو حبيبات. وهو يستخدم فى العلف للحيوانات مثل الدواجن والخنازير والسمك.

- **علف السمك fish silage**

طريقة أخرى من الإستفادة من السمك ونفايته هى إنتاج علف السمك ففى السمّاكات fisheries الصغيرة فى المناطق الإستوائية يحدث فيض موسمى من السمك وبسبب متاعب فى النقل وعدم توافر تسهيلات المعاملة فإنها تصبح تحت مستعملة ولاتسمح الكميات بإنتاج جريش سمك.

وإنتاج العلف يعتمد على أن تحت جيد حمضية فإن فلورا الكائنات الحية تُمْنع أو تقل بدرجة كبيرة. والإنزيمات فى السمك والتى تكسر بروتينه يمكن التحكم فيها. وإنتاج علف السمك يمكن أن يقسم قسمين: القسم الأول ولايستخدم أحماضاً معدنية و/أو حمضية لخفض رقم جيد ولإنتاج الظروف المناسبة لإنتاج العلف فالسمك المهروس يحمض ويقلب إلي جيد المرغوبة. ويترك لمدة ٣ – ٤ أيام يتحول فيها السمك إلى سائل وهى بعد ذلك تخلط مع كربوايدرات مناسبة وتجفف إلى مسحوق. أما القسم الثانى فيستخدم عملية تخمير مع إنتاج أحماض عضوية وهذا يتضمن إضافة مزرعة بادىء من بكتيريا حمض اللاكتيك إلى السمك المفروم فينتج حمض لاكتيك خلال تخمر السكريات ويقل رقم جيد المخلوط وعادة يضاف كربوايدرات لأن السمك يحتوى على نسب صغيرة منها وتُجْعَل الظروف غير هوائية بإستخدام حاويات محكمة ضد الهواء.

• مركز بروتين السمك
fish protein concentrate

يحضر بطبخ لحم السمك المفروم مع كمية مساوية من الماء الذى يحتوى حمض خليك (٠,٥٪ بالحجم) ويترك لمدة ساعة. وزيت السمك الذى ينفصل ويرتفع إلى أعلا يقشد. والتقن slurry يرشح ويضغط لإزالة الماء. ويستخلص الدهن من الكعكة أولاً بالكحول ثم بخليط مذيب ثابت الغليان azeotrophic من هكسان وكحول. والكتلة منزوعة الدهن تضغط فى مكبس حلزونى وتجفف تحت فراغ. ومركز بروتين السمك يعامل بالبخار للتخلص من آثار المذيبات ويجفف تحت فراغ ثم يعمل مسحوقاً ويعبأ. وهو ينتج بروتيناً عالى القيمة يمكن إضافته لكثير من الأغذية.

أنواع مختارة من سمك الأعماق
selected demersal spp.

***Ariomma* spp.**

هناك نوعان من الـ *Ariomma*: *A. bondi*، *A. melanum*. وتوجد *A. bondi* على عمق ٢٠٠ – ٤٠٠ متراً وهى فضية ولها رأس كبيرة وعيون صغيرة فى حين *A. melanum* تعيش على عمق ٢٠٠ – ٦٠٠ متراً من الماء ولونها بنى ولها رأس صغير مع عيون صغيرة.

و *A. bondi* (أو السمك المنجرف drift fish) توجد فى غرب أفريقيا وغرب الأطلنطى وغيرمستغلة وطولها حوالى ١٠ – ١٩سم ووزنها ٣١,٨٨جم. فصغر حجمها يعنى أنها تعامل كاملة وبأقل ضرر من المناولة. واللحم والجلد يكونان حوالى ٥١,٦٦٪ والرأس ٢٧,٥٣٪ والهيكل والعظام الأخرى ٦,٥٣٪ والزعانف ١,١٨٪ والقشور ٠,٠٣٪ والأمعاء ٩,٧٣٪ وبها حوالى ٣,٣٢٪ دهن ، ٧٦,٧٨٪ رطوبة، ١٩,٤٧٪ بروتين و ٢,٦٧٪ رماد. ونظراً لأن نسبة الدهن تعتبر عالية فهو مرغوب فى التعليب لإعطاء المظهر والغضاضة والنكهة. ولكن يجب العناية بتجنب التزنخ من أكسدة الأحماض الدهنية غير المشبعة. كما أنها تجفف كمسحوق وأيضاً تدخن.

***Clarias* spp.**

Clarias gariepinus وتعرف بإسم سلّور الطين الإفريقى African mud catfish توجد برية wild

ولكنها تزرع في أحواض وبرك وأقفاص وهي من آكلات اللحوم والنبات omnivore ولكنها تفضل العوالق وإن أكلت الحشرات واليرقات والسمك. وتضع الأنثى البيض في موسم المطر حوالي ٢٨٠٠٠ بيضة وتبلغ نسبة الفقس ٨٦,٤٪ ويشجع على وضع البيض بخلات ١١-دي أكسي كورتيكوستيرون 11-deoxycorticosterone acetate أو معلق الغدة النخامية من الشبوط carp. وتركيب هذه السمكة ٧٠,٥ - ٧٢٪ رطوبة، ١٨,٢ - ١٨,٦ ٪ بروتين ، ٦,٧ - ٧,١٪ دهن و ٢,٦ - ٢,٩٪ رماد. والغذاء يؤثر على تكوين المغذيات. وينتج منها المتخمر والجاف والمدخن ساخنا.

❖ أنواع صفيحات الخيشوم الهامة

important elasmobranch species

توجد أنواع هامة من أنواع السمك في تحت طائفة subclass الأسماك الغضروفية (Class Chondrichthyes) cartilaginous وهذان تحت الطائفة هما Elasmobranchii (وكان يسمى Euselachii) وهذه تشمل سمك القرش والورنك/السفن skates والشفنين البحري ray والـ Holocephali أو الخرافيات Chimaeras وإستخدام لحم وأكباد سمك القرش والشفنين البحري ray معروف.

ومن سمك القرش توجد أنواع *Carcharhinus falciformis* والـ *Mustelus skhmitti* ، *Squalus acanthias* ، *Cetorhinus maximus* ، *Lamna nasus*. ومن الشفنين البحري يوجد *Dasyatis akajei* والـ *Raja naevus* ، *R. montagui*. ومن الورنك/السفن skate يوجد *R. clavata*.

كما يوجد *Rhinobatus percellans* والـ *Rh. planiceps* من أنواع سمك القيثارة guitar fish. وهذه الأسماك تؤكل طازجة أو كحزات fillets أو حزات مجمدة أو سمك قرش مجمد أو مجفف أو محفوظ في مأج. وسمك القرش والشفنين البحري يجفف من غير تمليح كما تنتج زعانف سمك القرش مجففة غير مملحة وكذلك زعانفه المجففة والمملحة كما ينتج زيت سمك القرش وزيت كبده.

منتجات مشتقة من صفيحيات الخياشيم

commercial products derived from elasmobranch species

لحم سمك القرش والشفنين البحري

أنواع أسماك القرش الصغير تستخدم في اللحم الطازج والمبرد والمجمد في حين أن الأنواع الكبيرة تعطي الزعانف والجلد. وكلب البحر الشائك المنقط spotted spiny dogfish (*Squalus acanthias*) والذي ينمو إلى متر يزال جلده بسهولة ويؤلف المصدر الأساسي للحم سمك القرش. والهاوند شاركس الناعمة smooth houndshark (*Mustelus canis* ، *M. manazo* ، *M. mustelus*) وسمك القرش الأزرق blue shark (*Prionoce glauca*) والذي ينمو إلى ٤ متر في الطول والبربيجل porbeagle (*Lamna nasus*) والذي يصل إلى ٣ متر في الطول وسمك قرش الماكو mako shark (*Isurus glaucus*) ويصل إلى ٤ متر هي

أيضاً مصادر هامة للحم السمك القرش. وإن كانت الأسماك الكبيرة يستخدم لحمها فى عمل عجائن fish pastes أو يباع كقطع أو تدخل فى التدخين أو الفرم.

وسمك الفيل elephant fish (Callorynchus spp.) مصدر للحم رقيق ذى لون أبيض جيد ودهنه قليل. فيصل مستوى الدهن فى أسماك القرش هذه إلى ٠,١ - ٠,٣٪.

وسمك القرش النمر tiger fish (Galeocerdo cuvieri) والذى ينمو إلى حجم كبير جداً مصدر أيضاً جيد للحم سمك القرش.

وسمك القرش الدَّرَّاس thresher shark (Alopias volpinus) لحمه جيد جداً.

وكذلك فلحم سمك القرش يعلب

وكذلك فهو يدخن ويملح و/أو يجفف مثل سمك القرش أبو مطرقة hammerhead shark (Sphyrna tudes & S. zygaena).

ولحم الشفنين البحرى ray يدخن ساخناً بينما يخمر ثم يملح الشفنين البحرى من جنس Gymnura (عروسة البحر buttfly ray) تجفف بدون تمليح والقيثارة guitar fish تجفف وتملح.

المحتوى من الزئبق وتكوين الأمونيا

محتوى الزئبق

تبلغ نسبة الزئبق ٨ مجم/كجم لحم وهذه نسبة مرتفعة فى لحم سمك القرش بينما الورنك/السفن skates تصل النسبة فيه إلى ١مجم/كجم بينما الخرافيات Chimaeras تصل النسبة إلى ٠,٣ مجم/كجم والمستوى الموجود فى العالم الآن ٠,٥ - ١مجم/كجم.

تكوين الأمونيا

بجانب أكسيد ثالث ميثيل أمين trimethylamine oxide فى الدم واللحم فإنه يوجد مركب غنى فى النتروجين - اليوريا (أو أمين الكربونيل) - والذى يعمل فى تنظيم التناضح للمحافظة على السمك فى توازن مع بيئة ماء البحر. وتكسرها البكتريا بعد الموت لتطلق الأمينات وفى حالة اليوريا أمونيا مع رائحة سمكية حاذقة مميزة.

وإدماء سمك القرش يحدث بعد الموت مباشرة ثم يبرد بسرعة أو يجمد مع المحافظة على الظروف الصحية. ويمكن إزالة اليوريا بالنض مع ماء أو ماج والتمليح يكسر اليوريا والنض الذى يصاحب التمليح يقلل من اليوريا.

وتختلف نسب اليوريا مابين الأنواع وداخل النوع الـ Squalus acanthias والتى تقع فى النهاية الصغرى بمحتوى ١٥٧٠مجم يوريا /١٠٠جم لحم. وسمك القرش أبو مطرقة smooth hammerhead (Sphyrna zygaena) عند النهاية العليا ٢٠٣٨ مجم/١٠٠جم لحم. والورنك/السفن skates به يوريا ١ - ٢,١٪. وسمك قرش سان جوزيف St. Joseph يتراوح مدى إحتوائه من اليوريا ١,٤ - ١,٨٪.

إستخدام زعانف سمك القرش فى الشوربة

عادة يوجد زعنفتان صدريتان وزعنفة ذيل وهى إما تجفف أو تملح وتجفف ويعمل منها شوربة وأى زعنفة أطول من ١,٥ متر يمكن إستخدامها.

جلد سمك القرش لعمل الجلد

shark hides for leather making

سمك القرش الأكبر من ١,٥ متر يزال جلده وإزالة الجلد يجب أن تكون وهو في حالة طازجة جداً. وسمك القرش المرضعة nurse shark (*Ginglymostoma cirratum*) يستخدم بينما يفضلون في اليابان سمك القرش الأزرق blue shark (*Prionace glauca*) وأعضاء عائلة Rhinobatidae والتي لها نتوء سني صغير نسبياً.

❖ منتجات أخرى

• ميكوتسو meikutsue: الغضروف الناعم من سمك القرش أو الورنك/السفن skate يكعب ويغلي ويبرد في ماء ويزال العضل والغضروف الصلب ثم يغلي الغضروف الناعم ثم يجفف في الشمس وتصدره اليابان إلى الصين.

• إستخلاص الكوندرويوتين chondroitin: يستخلص من الغضاريف الصلبة والناعمة وهو عديد سكري مخاطي mucopolysaccharide من وحدات من أحماض الجلوكورونيك والجالاكتوزامين.

• زيت كبد السمك القرش وفيتامينات أ ، د والسكوالين: لحم سمك القرش خال من الزيت. ولكن الكبد يحتوي على نسب عالية من الزيت وتبلغ نسبة الكبد ١٧,٥٪ من سمك قرش النمر (*Galeocerdo cuvieri*).

وزيت كلب البحر الشائك المنقط spotted spiny dogfish (*Squalus acanthias*) به نسبة منخفضة نسبياً من الأحماض الدهنية المشبعة بالنسبة لمعظم زيوت السمك (٢٠٪ أو أقل) ونسب مرتفعة نن أحماض دهنية غير مشبعة عالية (ك٢٠، ك٢٢). وزيت الرأس إحتوى على ١٠,٤ – ١٥,٥٪ حمض أيكوسابنتاإينويك eicosapentaenoic و١٧,٧ – ٢١,٨٪ دوكساهكساإينويك docosahexaenoic. وزيت رأس كلب البحر dogfish غني في الحمض الدهني وحيد عدم التشبع. وثلاث من صفيحيات الخياشيم elasmobranch spp.

Carcharius melanopterus (٣١٪) ،

Galeocedro cuvieri (٤٠٪) ،

Pristis cuspidatus (٣٧٪)

من الرتبة Order Rajitormes بها زيوت ذات محتوى عال من الأحماض الدهنية المشبعة.

وزيوت سمك القرش تحتوي على نسب عالية من فيتامين أ وكذلك نسبة عالية من الأيدروكربون طويل السلسلة المعروف بالسكوالين squalene.

أسماك قرش ...نفة الطائرة الورقية kite fin (*Dolatius liche*) وأبو قدوم (*Sphyrna tudes*) لها أكباد كبيرة ذات زيت ذي نسبة عالية في فيتامين أ وكذلك السمك ذو الرأس الأسود black tip (*Carcharinus limbatus*) به نسبة عالية من فيتامين أ في كبده. وتبلغ وحدات فيتامين أ ١٠٠٠٠٠ وحدة/جم من كلب البحر. وصفيحيات الخياشيم elasmobranch تحتوي على مستويات منخفضة جداً من فيتامين د ووحدة

دولية واحدة/ جم في سمك الفأر rat fish (Hydrologus colliei) بينما يحتوى الورنك/ السفن skate (Raja inornata) في زيت كبده على ٢٥ وحدة دولية/جم. وسمك القرش المتشمس basking (Cetorhinus maximus) يحتوى زيت كبده على سكوالين squalene بنسبة ٤٥,٧٥٪.

المعاملة processing

يستهلك الفرد ١٣,١ كجم من الأسماك وأصداف الأسماك سنوياً.

وفي معاملة أسماك الزعانف تتم الخطوات الآتية: التدريج أو الفرز وإزالة الرؤوس وإزالة الأمعاء والوزن وإزالة الجلد والتقطيع والتشذيب وعمل الحَزَات fillets ثم إحدى طرق الحفظ. والغرض هو زيادة إنتاج اللحم وعمر الرف وضبط حجم ودرجة الناتج مع إنتاج أقل قدر ممكن من المهدور. وإنتاج اللحم يتوقف على النوع وطريقة المعاملة.

المعاملة الطازجة fresh processing

هذه تعيش لمدة عدة أيام أو بضعة أسابيع ومنها ماهو منزوع الأحشاء والرأس على هيئة حَزَات fillets أو قطع. ولأحسن عمر رف يجب تخزين السمك على درجات حرارة بالقرب من التجمد (صفر°م) وهذا لن يجمد السمك ولكنه يقلل من نشاط البكتريا والإنزيمات. فإذا إرتفعت درجة الحرارة فإن البكتيريا والإنزيمات يرتفع نشاطهما ويقل عمر الرف. وقد يستخدم الثلج المجروش لخفض درجة الحرارة.

المعاملة للتجميد frozen processing

السمك ذو نسبة الدهن العالية قد يتزنخ في فترة قصيرة ويحدث به تغيرات في القوام واللون. ويمكن تحضير بلوكات من السمك وكذلك حَزَات وأيضاً مفروم السمك فتجمد بإستخدام مجمد إتصال مباشر مثل مجمد الأطر. والأغذية المجمدة فردياً بسرعة (ج.ف.س IQF) تستغل التبريد الشديد cryogenic كما يستخدم التجميد بالدفع blast freezing وبالغمر brine.

معدل التجميد rate of freezing: التجميد السريع ينتج بلورات ثلجية صغيرة لاتسبب تلفاً للحم السمك كما أنه يقلل تركيز مكونات الخلايا الذى قد يتلف وهو يشجع عندما يستخدم سمك رفيع سابق تبريده ومجمدات ذات سعة عالية ودرجة حرارة منخفضة.

درجة حرارة التخزين: لايوجد نشاط كائنات دقيقة ملحوظ في المنتجات المجمدة ولكن النشاط الإنزيمى قد يكون له تأثير كبير ولذا يجب حفظ المنتجات على درجة حرارة منخفضة جداً فحوالى -٢٣ إلى -٢٩°م مقبول.

التعبئة packaging: تعبأ منتجات الأسماك لتقليل الجفاف والأكسدة فإذا لم تعبأ جيداً يحدث إحتراق التجميد freezer burn بالتبخر من السطح. كما قد يتزنخ زيت أو دهن السمك منتجاً نكهات

وألوان غير مرغوبة فيجب لف وتعبئة السمك جيداً وكذلك يمكن إستخدام القشح خاصة مع ج.ف.س IQF. ويتكون القشح بغمر أو رش المنتجات عقب خروجها من التبريد الشديد.

تعليب السمك fish canning

ميزة التعليب طول عمر الرف دون الحاجة لخفض درجة الحرارة كما أن السمك يكون مطبوخاً. والسالمون والتونا والسردين والأنشوجة أنواع من السمك المعلب وقد يصل السمك إلى مصنع التعليب إما طازجاً مثل السالمون والرنجة أو مجمداً مثل التونا. وتبتدىء عملية التعليب بإزالة الرأس وإزالة الأمعاء وإزالة القشر والتنظيف. والسالمون يحفظ خاماً وتزال الزعانف أما الجلد والعظم فإنه ينعم ويصبح مأكلة بعد المعاملة فيعتبر جزءا من المحفوظ. أما التونا وبعض الرنجة فتطبخ قبل التعبئة فى العلب والطبخ يزيل الماء الزائد من الأنسجة ويحسن المظهر. والعظام والجلد واللحم الغامق تزال من التونة قبل الوضع فى العلب.

والسمك المعلب قد يضاف أو لايضاف إليه مكونات إضافية مثل الزيت أو الماء أو الصلصة والسالمون لايعبأ بإضافة أى جديد. والتونا تعبأ فى زيت نباتى أو ماء أو شوربة. أما السردين والرنجة فهى تعبأ فى زيوت مع نكهات وصلصة مثل الخردل أو الطماطم. وتستخدم علب من أحجام وأشكال مختلفة والعلب المعدنية تقفل بأجهزة القفل المزدوج والتى تولد فراغاً فى العلب مع مراعاة أن القفل المحكم hermetic sealing ضرورى للمحافظة على الناتج خلال المعاملة بالحرارة والتبريد والتخزين لأن التسرب يسبب فساداً. ويجب مراعاة أن الأسماك منخفضة الحموضة وعلى ذلك فهى تدعم نمو معظم الكائنات مثل *Clostridium butulinum* المقاوم للحرارة وإذا نما فإنه ينتج زعافاً فيستخدم البخار تحت الضغط لمدة تتوقف على حجم العلبة ودرجة الحرارة الأصلية ودرجة حرارة المعقم وهى تبرد بسرعة بعد المعاملة فى ماء مكلور بارد وتروشم وتعبأ للشحن. وقد يحدث معاملة واحدة زائدة ينتج عنها تغير فى لون اللحم. والاستروفيت struvite وهذه بلورات من مركبات المغنيسيوم تشبه الزجاج وغير ضارة قد تنتج فى التونا بعد تخزين طويل ويمكن التغلب عليها بإستخدام عوامل خلب إلى حد كبير.

المعاملة بالتجفيف والتمليح والتدخين
dried, salted or smoked processing

تعتمد هذه الطرق على إنخفاض نشاط الماء لتقليل نمو الكائنات الدقيقة. وفى السمك المجفف المملح نبتدىء بزيادة السطح بشق السمك والتعبئة فى ملح لخفض نسبة الرطوبة ثم أخيراً التجفيف لتحقيق محتوى رطوبى منخفض بغرض ثبات المنتج. أما التدخين فله طريقتان بارد وساخن، أما البارد فيتم على درجات حرارة منخفضة لمدة طويلة ومحتوى الملح قد يكون أعلا والقوام أجف. أما السمك المدخن ساخناً فتستعمل معه درجات حرارة أعلا وهو عادة غض/ريان succulent.

وهناك عدة خطوات هامة فى معاملة السمك المدخن. فتمليح السمك الخام قبل تعبئته يعمل على تماسك القوام ويضيف نكهة مرغوبة وقد يعمل أحياناً كمادة حافظة. وأحسن طرق التمليح هى

غمر السمك فى مأج لأنها تؤدى إلى ضبط وتوحيد المعاملة. وعدة عوامل تؤثر مباشرة فى معدل إمتصاص الملح مثل: ١- قوة المأج. ٢- مقدار المعرض من الجلد (الجلد يؤخر نفاذية الملح). ٣- محتوى الدهن فإرتفاع نسبة الدهن يقلل نفاذ الملح. ٤- حجم السمك أو قطعه فكلما كبر حجم القطع كلما زادت مدة التعريض. ٥- مقدار التقليب ودرجة حرارة المأج. وبعد التمليح ولكن قبل التدخين فإن سطح السمك يجفف هوائياً لتسهيل تكوين القشرة الرقيقة pellicle.

ويجرى التجفيف فى الفرن الذى سيستخدم للتدخين والطبخ وتلتصق جسيمات الدخان على السطح معطية لوناً ذهبياً أو برونزياً لطيفاً. وبعد التجفيف يدخن السمك ثم يطبخ لدرجة حرارة داخلية وزمن معينين. وهذان يختلفان ويتوقف ذلك على تركيز الملح وعلى إستخدام مضافات الأغذية. ونعود فنذكر هنا *C. butulinum* لأنه فى بعض البلاد درجات الحرارة وزمن الطبخ وتركيز الملح تنظم لمنع خطر هذا الكائن. ويجب الإحتفاظ بالمنتج تحت التبريد لمنع نمو الكائنات الدقيقة.

ويستخدم مكن فصل اللحم عن البقايا فيفصلها عن الجلد والعظم والأشياء الأخرى غير المرغوبة وينتج لحم على هيئة عجينة paste يسمى المفروم mince وهو أبيض فى اللون ولكن يمكن أن يكون أغمق إذا إحتوى على دم أو أعضاء أو صبغات. والمفروم mince يستخدم لمد السمك أو المنتجات الأخرى. أو عمل بدائل السوريمى surimi فيعمل من المفروم الذى غسل بالماء لإزالة المواد الذائبة بمافيها اللون وللحصول على مادة ذات وظائف عالية فهو يصنع لمنتجات بحرية مقلدة مثل الجمبرى ولحم السرطان والكركند حيث يخلط به نكهات وألوان ومكونات أخرى ثم يشق السوريمى للشكل المطلوب ويطبخ.

إعتبارات الجودة quality considerations

السمك ومنتجاته من الأغذية القابلة للفساد ويبتدىء الفساد والتهدم بعد فترة قصيرة. والفساد ينتج عن الكائنات الحية الدقيقة والإنزيمات. فالبكتيريا أهم الكائنات الدقيقة التى تؤثر على جودة السمك ولكن الفطر moulds والخمائر قد تلعب دوراً. ويوجد أعداد كبيرة من الكائنات الدقيقة فى أمعاء الجسم للأسماك الحية. فعندما يصاد السمك ويذبح تدخل البكتيريا العضل والأعضاء وتسبب فساداً وتهدماً ولذا يمكن بضبط درجة الحرارة وإتباع الطرق الصحية الوصول إلى عمر رف طويل.

والمُمْرِضات قد تسبب أمراضاً وكذلك الإنزيمات البروتيولوتية قد تسبب فساداً. وينتج تغيرات غير مرغوبة فى القوام والنكهة والتى قد تعمل أثناء التخزين التجميدى.

عدة زعافات طبيعية قد تصيب السمك ذى الزعانف: فالسيجواتيرا ciguatera والأسقمرية scombroid (هستامين) قد تجعل لحم السمك ساماً نتيجة أكل سوطيات القاع البنثيك دينوفلاجيلات benthic dinoflagellate (*Gambierdiscus toficus*) والأسقمرية

scombroid ينتج عن سمك يحتوى مستويات عالية من الهستامين (التونا والأسقمرى mackerel) وربما نتجت عن عدم التخزين الجيد فى التخزين البارد.

منتجات السمك fish products

ينتج من السمك المنتجات الآتية: حَزَات fillets طازجة وحَزَات مجمدة وسمك مجمد (غير حزات) وسمك مجفف ومملح، وسمك مدخن وزيت سمك وسالمون ومعلب ورنجة معلبة وسردين وأنشوجة ومنتجات معلبة مختلفة وكافيار ومنتجات أخرى وتبلغ الكمية حوالى ٢٠ مليون طن مترى.

منتجات سمك أخرى
miscellaneous fish products

أطباق السمك الخام-شرائح سمك تسمى ساشيمى sashimi فى اليابان تعرف منذ ألف عام ولكنها تؤكل الآن مع صلصة الصويا وفجل الخيل المبشور. وعادة اللحم الطازج يستخدم ولو أن المجمد والمُتَيَّع يستخدم أيضاً. والتونا ذات الزعنفة الزرقاء (*Thunnus thynnus*) blue fin tuna والأسيور (*Pagrosmus major*) sea bream والبينيتو المخطط striped bonito (*Sarda orientalis*) وأصفر الذيل yellow tail (*Seriola quinqueradiata*) والفلوندر (*Paralichthys olivaceus*) flounder أسماك يمكن إستهلاكها فى كل المواسم. والسمكة المنتفخة النمر tiger puffer (*Fugu rubripes*) تعتبر طعاماً شهياً فى الشتاء. ولحم السمك يجب أن يكون ذا جودة عالية من حيث اللون والنكهة والطعم والقوام. والتونا ذات الزعنفة الزرقاء blue fin والبنيت المخطط striped bonito تجمد على -٤٥°م فى سفن الصيد لمنع الميوجلوبين من التحول إلى متميوجلوبين metmyoglobin والذى يسبب تغيرات اللون.

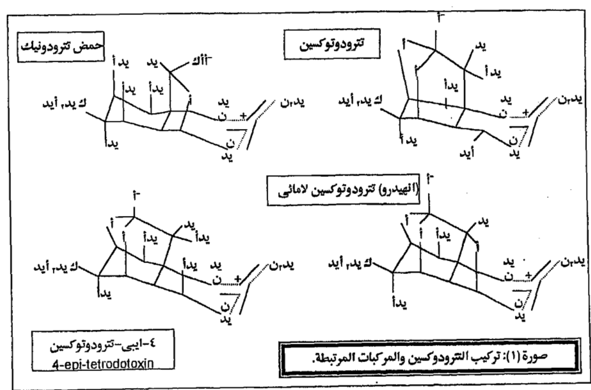
وهناك ١٠٠ نوعاً من السمك المنتفخ (عائلة Tetrodontidae) ولكن ١٠ أنواع فقط إستخدمت فى اليابان. وهناك إختلافات جوهرية فى السمية بين الأنواع وبعضها غير سام إطلاقاً. واللحم الطازج وبعض أجزاء السمك المنتفخ puffer fish يمكن أكلها خام أو مطبوخة ولكن أجزاء أخرى مثل البيض والكبد سامة جداً. والمرخص لهم يمكنهم تحضير وتقديم أطباق السمك المنتفخ (الجدول ١).

والزعافات المسئولة هى التترودوتوكسين tetrodo toxin (ت.د.ت TTX) والمركبات المتصلة به (الصورة ١). والجرعة المميتة ٢مجم والتسمم ينتج عن آثار عصبية وأُخرى فى الشفايف والأطراف وشلل وموت بسبب توقف التنفس وإنهيار الأوعية القلبية cardiovascular. وينتج التترودوتوكسين بواسطة بكتيريا الأمعاء وبعض البكتريا البحرية وأمكن إقتراح ميكانيزم لنزع السمية (الصورة ٢).

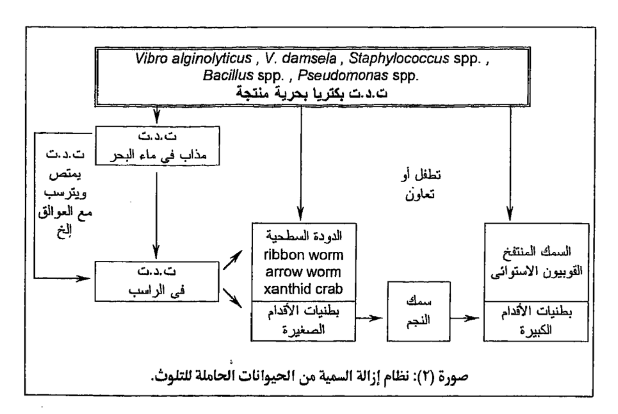
الجدول (١): سمية السمك المنتفخ.

النــــــــــــوع	المبيض	الخصية	الكبد	الجلد	الأمعاء	العضل
Fugu niphobles	أ	ج	أ	ب	أ	ج
F. poecilonotum	أ	ب	أ	ب	ب	ج
F. vermiculure vermiculare	أ	د	أ	ب	ب	ج
F. pardale	أ	ج	أ	ب	ب	د
F. vermiculare porphyreum	أ	د	أ	ب	ب	د
F. ocellatus obscurum	أ	د	ب	ب	ب	د
F. chrysops	ب	د	ب	ب	ج	د
F. rubripes rubripes	ب	د	ب	د	ج	د
F. xanthopterum	ب	د	ب	د	ج	د
F. stictonotum	ب	د	ب	ج	د	د
Lagocephalus laevigatus inermis	د	د	ب	د	د	د
L. lunaris spadiceus	د	د	د	د	د	د
Liosaccus cutaneus	د	د	د	د	د	د
Canthigaster rivulata	د	غ	ج	ب	ج	د
Diodon holacanthus	د	غ	د	د	د	د
Chilomycterus affinis	د	غ	د	د	د	د
Ostracion immaculatum	د	د	د	د	د	د
Lactoria diaphana	د	د	د	د	د	د
Aracana aculeata	د	د	د	د	د	د

أ = سام جداً ومجفف حتى تحت أقل من ١٠جم. ب = متوسط السمية وليس ساماً على أقل من ١٠جم. ج = ضعيف السمية وليس ساماً على أقل من ١٠٠جم. د = سالب وليس ساماً على أقل من ١٠٠٠جم. غ = لايوجد بيانات.



صورة (١): تركيب التترودوكسين والمركبات المرتبطة.



صورة (٢): نظام إزالة السمية من الحيوانات الحاملة للتلوث.

طبيعية ومخاطر السيجواتوكسينات
nature & risks of ciguatoxins

حوالى ٣٠٠ نوعاً من السمك والأسماك الصدفية التى تقطن المياه الضحلة حول الحيد البحرى المرجانى coral reef تسبب السيجواتيرا ciguatera. وهو إسم مأخوذ من الأسبانية بمعنى حلزون/بزاقة/قوقع أسبانى. خطر السيجواتيرا يأتى من إستهلاك سمك الذى أكل العشب أو السمك آكل اللحم الذى يأكل هذا السمك. وأهم مصدر للسيجواتيرا هو سوطيات القاع benthic (*Gambierdiscus toxicus*) dinoflagellate والتى تتجمع على بعض حشائش البحر الإستوائية. ومزارع *Gambierdiscus toxicus* أنتجت ميتوتوكسين maitotoxinn الذى تركيبه لم يعرف بعد ولكنه ينتج دوخة وأعراض عصبية والمرضى يشتكون من إنتكاسات لعدة شهور أو سنين بعد الإصابة الأصلية. والموت نادر مع شعور بتبادل الشعور بين البرد والحرارة. والباراكودا barracuda تحمل السم.

صورة (٣): تركيب السيجواتوكسين.

الكافيار وإنتاجه caviar & its production

الكافيار يتصل ببيض الحنش sturgeon (*Acipenser medirostris*).

وبيض السمك يحتوى ٤٥ – ٤٨٪ بروتين ، ١١ – ٣٢٪ دهن ، ١,٣ – ٤,٥٪ رماد. ولإنتاج الكافيار يجب إستخدام سمك ناضج حى حيث أنه من السمك الميت يصعب فصل البيض الذى يلتصق بكيس المبيض. وتفتح البطن من الزعانف الصدرية إلى فتحة الشرج ثم يخرج المبيض ويعامل مباشرة. وتبتدىء العملية بغسل المبايض لإزالة الدم والمرغ slime ثم يقطع المبيض لإستخراج البيض وغشاء بيض الحنش عضلى ويمكن تنعيمه بواسطة الإنزيمات خاصة الليسوزيم lysozyme ثم يملح البيض إما جافاً أو بالمحلول وفى التمليح الجاف يضاف ١٠٪ ملح (وزن/وزن) ثم يمرر خلال منخل ٣٣مم مع التقليب لضمان نفاذية الملح فى البيض. وبعد ٥ ساعات يصفى البيض على شبكة سلك وفى حالة التمليح الرطب يسمح للبيض بأن يستمر لمدة ساعة فى مأج مشبع ثم يسمح له بالتصافى فوق شبكة سلك طول الليل. وللتجفيف يضغط البيض المملح فى كيس قطن وهذا البيض المعالج المملح يعبأ فى أوعية ويقفل جيداً ويخزن على ٥°م للتعتيق.

وبيض السالمون المملح يسمى كافيار أحمر الذى تتوقف جودته على النوع والنضج وطزاجة البيض. وهذه يجب إستخراجها فى خلال ساعتين من السالمون الذى يضع بيضه فى المياه الساحلية. ونوع السمك هو (*Oncorhynchus masou*). وتفصل المبايض فى مياه عذبة لإزالة الدم والمرغ وتحك خلال شبكة قطن وشبكة سلك مائلة والتى ينزل منها البيض إلى مستقبل. وعند تجمع البيض فى المستقبل يوضع فى حوض يحتوى مأجاً مشبعاً (والذى سبق غليانه وتبريده للإستخدام) ويقلب لمدة ٢٠ق ثم ينقل إلى سلة ويصفى لمدة ٢٤ ساعة ويعبأ فى برميل أو صندوق خشبى ويخزن تحت تبريد للتعتيق.

ونسبة الزيت فى بيض السالمون ١٢٪ ولونه فاتح والزيت يحتوى ٤٥٪ أحماض دهنية غير مشبعة جداً مع جزيئات بها ٢٠ – ٢٢ ذرة كربون. وثلث الدهن فوسفوليبيدات وغالباً ليسيثين. وبروتين البيض عالى الجودة وبه الأحماض الأمينية الأساسية الثمانية وهو عال فى الليسين والميثيونين والأيزولوسين.

الأنقليس وإستخداماته eel & their uses

أهم أنواع الأنقليس هو أنقليس المياه العذبة (Anguillidae). وأنقليس المسمار/الكراكى pikecels (Muraensocidae) والقنجر conger eels (Congridae). وللأكل *Anguills* *japonica* ، *A. anguilla* وكذلك *Muraenosox cinereus*. ومن القنجر conger eels يوجد ١١٠ نوعاً ولكن القنجر المنقط ببياض (*Conger myriaster*) هو المهم فى الأكل. ويوضع الأنقليس الذى يزن حوالى ٢٠٠جم فى سلة لمدة يومين فى ماء جار. ويقطع الظهر ويفصل اللحم ويدرج ثم يعامل بالنار ثم يشوى. وقد يسوى فى أشعة تحت حمراء ويتوقف زمن الشوى على درجة حرارة اللهب وحجم جزء اللحم ولكن عامة

٤ – ٥ق كافية للشوى الأول بدون عصير التنكيه ثم ٥ – ١٠ق للشوى الثانى مع العصير. وعصير التنكيه يعمل بفرشة على سطح اللحم وهذه العملية تؤثر على جودة الغذاء فكونه قليلاً أو كثيراً يعطى نكهة مرة أو محروقة وعصير التنكية يتكون من صلصة صويا وسكر وسائل حلو بنسبة ١ : ١ : ٠,٥.

كما يمكن تدخين الأنقليس فالحزات الطازجة تعالج فى ٥– ١٠٪ مأج لمدة ١٠ ساعات ثم تشذب وتغسل وتصفى وتجفف ثم تدخن على ٦٠ – ٨٠°م لمدة ٥ – ٦ ساعات بإستخدام خشب صلب أو نشارة الخشب وتُرْفَع درجة الحرارة تدريجياً حتى لايحترق اللحم. ويؤخذ المنتج نصف المنتهى من التنور ويزال من عليه الهباب وترتب الحزات فى صندوق كرتون حتى يتساوى محتوى الماء.

وأنقليس الشوى أو القلى spitchcock يحتوى على ٤٧,١جم / ماء فى كل ١٠٠جم أنفليس، ٢٣,٠جم بروتين، ٢٤,٤جم دهن، ٣,١ كربوايدرات غير ألياف، ٢,٤جم رماد، ١٥٠مجم كالسيوم، ٣٠٠مجم فوسفور، ٠,٨مجم حديد، ٥١٠مجم صوديوم، ٣٠,٠مجم بوتاسيوم ، ١٥٠ميكروجرام ريتينول (٥٠٠٠ قوة وحدة دولية)، ٠,٧٥مجم ثيامين، ٠,٧٤مجم/ريبوفلافين و ٤,١مجم نياسين.

وانقليس المسمار/الكراكى pile eel سمك لحمه أبيض غنى فى الدهن والطعم ويستهلك كشوربة spitchcock soup وبعد المعاملة فى السورومى surumi (لحم مفروم) كأساس لمنتج سمك جل عالى الجودة ولكن وجود صغار العظم فيه يعيبه.
(Macrae)

فساد السمك spoilage of fish

التغيرات الكيماوية chemical changes

التفاعلات غير المحفزة بين الجزيئات تحدث فى وسط مائى يحتوى على عدد كبير من المواد ولكن معظم هذه تحدث فى السمك المبرد بطيئة وغير جوهرية بالمقارنة مع تلك المسببة بالأنزيمات والبكتريا. وأهم التغيرات الكيماوية تؤثر على السمك الدهنى مثل الرنجة والأسقمرى mackerel. فدهن السمك له درجة عالية من عدم التشبع – والذى يعطيه جوهرية غذائية – ولكنه فى نفس الوقت معرض جداً للأكسدة فالتفاعلات المعقدة المنتجة للشقوق الحرة وتشمل تكوين الأيدروبيروكسيدات hydropyroxides تبتدىء بسهولة وتصبح ذاتية الحفز autocatalytic وتعطى مدى متسع من الكحولات والألدهيدات والكيتونات والمنتجات الأخرى والتى كثير منها يساهم فى نكهات وروائح التزنخ.

❖ الفساد الإنزيمى – التحلل الذاتى enzymatic spoilage - autolysis

• الكربوايدرات والنيوكليوتيدات carbohydrates & nucleotides: بعد الموت فمصادر الطاقة لايمكن تجديدها ولكن المصادر الموجودة تعطى التفاعلات الهدمية مبتدئة بطور فساد تحللى ذاتى. وحلمأة جليكوجين العضل إلى جلوكوز وحمض لاكتيك يحدث أثناء مقاومة الإمساك ويستمر بعد الموت. ومع إنتاج حمض اللاكتيك ينتج أيضاً أ.ثلا.ف ATP وبنزول إحتياطى الجليكوجين يحدث إنخفاض سريع فى

جـ يد وأيضاً مستوى أ.ثلا.ف ATP حيث تهدم خـلال تفاعلات عكـس الفسـفرة dephosphorylation وإزالـة الأمـين deamination إلى أيونيسـين أحـادى الفوسـفات أ.أ.ف IMP وهـذه التفـاعلات أسرع من التى تليها للهدم ويتجمـع أ.أ.ف IMP. وعكـس الفسـفرة يـؤدى إلى تجمـع إنتقـالى للأيونوسين ionosine والذى ينشق بالتالى منتجاً ريبوز، ريبوز-١-فوسفات ribose-1-phosphate وهيبوزانثين وفى الواقع فإن قياس الهيبوزانثين كثيراً مايستخدم لقياس الفساد. وكبديل لهذا فإن نسـبة مجمـوع الأيونوسـين + الهيبوزانثـين hypoxanthine إلى كـل أدينـين النيوكليوتيـد يعرف بإسم قيمـة ك K. كما تنخفـض تركـيزات فوسفات الجلوكوز والفركتوز بسرعة وكلما زادت المقاومة قبل الإمساك والموت كلما زادت تفاعلات هدم الجلوكوز بسرعة.

• البروتينـات والمركبـات النتروجينيـة الأخرى proteins & other nitrogenous components: معظم الإنزيمـات البروتيوليتيـة فى عضلات السمك هى الكاتبسينات cathepsins ولكنها ذات إعتبارات جوهرية صغيرة أثناء الفساد حيث رقم جـ يد الأمثل لها يبعـد عـن جـ يد السمك الطازج. وقد أظهر العمل على قطاع من العضـل محضر تحت ظروف مطهرة أن بعـض التغـيرات الذاتيـة التحليل تؤثـر علـى الببتيـدات الصغـيرة والأحماض الأمينيـة. وفـى بعض الأسمـاك أساسـاً الجادويدات/القديـات gadoids يحـدث إنشقاق حلمأى لثنائى الببتيد أنسيرين anserine وينتـج عنه زيادة تدريجية فـى ١-ميثيـل هستيديـن 1-methylhistidine . ب-الانـين. وينخفـض الليسين والألانين بينما يرتفع حمض الجلوتاميك. ولكـن الأحمـاض الأمينيـة الحـرة الكريـاتين creatine والتوريـن وهـى عـادة كثـيرة لاتتـأثر بالإنزيمات الداخلية. والهدم الغذائى البروتيوليتى الذى يحدث فى السمك غير مزال الأمعاء هو ذو أهمية عملية أكبر حيث يلاحظ فى السمك الصغير الذى يتغـذى ويخـزن دون تـبريد. وإزالـة الأمعـاء والغسيل مباشـرة بعد الصيد يزيل معظم الإنزيمات الهضمية من المعدة والأعور. وعندما يخزن السمك من غير إزالة الأمعاء فإن الإنزيمات والتى سبق وأن هضمت الغذاء تستمر فى هضـم التركيبات التى سبق أن إحتوتها. وبالإنتشار للخارج فإنها تبتدىء فى كسر الأنسجة العضلية المحيطة وجدر الأمعاء مما يعطى حالة إنفجار البطون burst bellies وإلى تلوث الأسماك الأخرى.

• الدهون lipids: دهن السمك عرضة للأكسـدة الذاتيـة وإلى تأثـير ليبـازات العضـل. وحلمـأة الفوسـفوليبيدات تحـدث أكـثر مـن حلمـأة الجليسريدات الثلاثية,وعندما يبتدىء يبدو أنـه يسـتمر إلى التمـام. والأحمـاض الدهنيـة الحـرة المطلقة أثناء تخزين السمك سواء مجمداً أو غير مجمد تكون أكثر عرضة للأكسدة عنها لو وجدت مؤسترة ووجودهما يساعد علـى سـرعة أكسـدة الليبيدات.

فساد الكائنات الدقيقة microbial spoilage

عضل السمك الصحى معقم ولكن هناك عدد من البكتريا على الجلد والخياشيم وفى الأمعاء. وحيث

أن السمك من الحيوانات باردة الدم فإن الفلورا الدقيقة عادة تعكس بيئتها، ولكن يسود نفس الأجناس. وفي السمك الأبيض من مناطق المياه المعتدلة والباردة عادة مابين -٢°م الى ١٢°م فإن الفلورا يسودها مجموعتان محبتان للبرودة: بكتريا سالبة لجرام (Pseudomonas, Alteromonas, Shewanell) (وكانت تقسم كـ Pseudomonas, Achromobacter)، (Moraxella, Acinobacter) (وكانت تقسم كـ Achromobacter) وبعد تكيف أصلي أو طور تخلف lag phase فإن عدد البكتريا يزيد بطور أسي خلال التخزين في الثلج. ومعظم النجاح يعود للمجموعتين السائدتين خاصة الأولى والتي في القدْ تزيد عن ٨٠٪ في العدد بعد حوالي ١٠ أيام في الثلج. ونفس الشيء يحدث في معظم السمك المخزن في الثلج بمافيها السمك من المياه الإستوائية - حتى لو كانت الفلورا الأصلية ومعدل التلف قد يختلفان إختلافاً كبيراً - ففي المياه الإستوائية الفلورا البكتيرية السائدة هي المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة والبكتريا الموجبة لجرام مهيئة أقل لدرجات الحرارة الباردة. والصدمة الحرارية الأكبر يُعتقد أنها تحسب جزئياً للمدد الطويلة في التخزين في الثلج في بعض الأنواع الإستوائية.

وليست كل البكتريا التي تنمو على السمك تنتج روائح ونكهات الفساد والتجارب بإستخدام مزارع نقية ملقحة في عضل سمك معقم بينت أن Pseudomonas - Shewanella - Alteromonas هي السبب الأساسي. والمواد ذات الرائحة هي نواتج فقد أيض من إستخدام - خلال إنزيمات بكتيرية - لمواد قابلة للذوبان في الماء في أنسجة السمك. ومعظم بكتيريا الفساد في السمك كائنات بروتيوليتية تنمو أصلاً على مواد تفاعل ذات أوزان جزيئية منخفضة مثل حمض اللاكتيك والمركبات النتروجينية غير البروتينية ومنها أكسيد ثالث ميثيل أمين (أ.ث.م.أ TMAO) والذي يختزل إلى ثالث ميثيل أمين (ث.م.أ TMA) أو ينتج ثاني ميثيل أمين أيضاً. وأ.ث.م.أ TMAO الذي يوجد في عضل معظم الأسماك البحرية يستخدم كقابل اليكتروني نهائي بواسطة بعض بكتريا الفساد مما يساعدها على النمو في غياب الأكسجين. وقد يشرح لمٍّ أن الأسماك البحرية أكثر سرعة في الفساد عن اللحم وأن مستويات الأكسجين المنخفضة ينتج عنها قيم جهد عالية نسبياً للعضل مع تعرض أكثر لهجوم الكائنات الدقيقة. وإختزال أ.ث.م.أ TMAO ينتج عنه القاعدة الحرة ث.م.أ TMA وهو عادة أمونيا وهي أهم مكون للإختبارات الكيماوية للفساد. كما ينتج عن نشاط البكتيريا المكونات الآتية: أمين وأمونيا من الأحماض الأمينية وكبريتيد الأيدروجين وكبريتيد ثنائي الميثيل dimethylsulphide وميثيل ميركابتان methylmercaptan - ومعظمها من الأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت: السستئين والميثيونين؛ وأحماض دهنية منخفضة في ذرات الكربون من السكريات و أحماض دهنية أخرى ناتجة من حلمأة البكتريا للدهن. وفي أطوار أخرى بعد ذلك فإن الإنزيمات البكتيرية تهاجم أنسجة البروتينات مكونة الأحماض الأمينية التي يعاد استخدامها. كما ينتج أمونيا وكبريتيدات واندول وسكاتول وأحماض طيارة واسترات وأمينات عالية

مثـل الهسـتامين والكـادافرين cadaverine والبتروسين putrescine.

ولحـم صفيحيـات الخياشـيم elasmobranchs بجانب إحتوائه على أ.ث.م.أ TMAO فيه مركب نتروجينى غير بروتينى جوهرى وهو اليوريا بتركيز يصل - بالوزن - إلى ٢٪. وهـو ينتـج فـى كـل الأنسجة بطريقة أيضية تزيل سمية الأمونيا ويعمل على اليوريا يورياز البكتريا مطلقاً الأمونيا.

الإدراك الحسى للفساد

sensory perception of spoilage

السمك الممسوك حديثاً متماسك ومطاط elastic والجلد يتلألأ والعيون عادة محدبة ورائقة وعندما يطبخ فإن اللحم له طعم معدنى وقابض قليلاً وجَشِب وليفى القوام. وفى ساعات قليلة من الموت فإن أ.ثـلا.ف ATP ينخفض إلى مستوى حرج يتوقف على درجة الحرارة والإنزيمات التى تحتفظ بالعضلات فى حالة إستعداد للإنقباض لاتستطيع العمل. وكل العضلات تنقبض وفى الأسماك الكاملة تشد على العمود الفقرى مسببة أن تتماسك السمكة وتبقى جاسئة rigid (فى التيبس الرمى rigor mortis) لعدة ساعات أو أيام. وإذا قطعت قبل التيبس الرمى وبذا لاتصبح مقيدة بالإتصال بالعمود الفقرى فإن الحَزَّات fillets تنكمش ويمكن أن تكون ٥٠٪ أقصر بعد الطبخ. وبعد بعض الوقت (من أقل من ساعتين إلى أكثر من ١٠ ساعات بعد الموت ويتوقف ذلك على نوع السمك وحجمه وظروفه ودرجة إستنفاذه للطاقة قبل الموت ومقدار المناولة ودرجة حرارة التخزين أثناء التيبس الرمى) فإن العضلات تصبح رخْوة limp مرة أخرى ويقال أن التيبس الرمى انحل. وفى معظم الأحوال تحتفظ السمكة بخواصها قبل المسك. فالخياشيم لازالت نظيفة ووردية إلى حمراء ولها رائحة الأعشاب البحرية طازجة وشهية. وعندما يطبخ اللحم فإن الطعم يكون حلواً مع نكهات خاصة بكل نوع والقوام متماسك. ولكن يسهل قصفه. وسمات النكهة تعكس الأحماض الأمينية الحرة للحم معززة بتأثير الأيونوسين أحادى الفوسفات - وهو معروف أن له خواص تعزيزية للنكهة - والذى يكون فى أعلا تركيزاته فى عضل السمك فى هذا الوقت.

ويتقدم الفساد يتبعه تغيير فى خواص المذاق الأساسية (حلو إلى متعادل إلى حمضى إلى مر) ولكن هناك تغير أكبر بين الأنواع فى بعض السمات المميزة للرائحة والنكهة الثانوية. وهى أكثر ملاحظة فى السمك قليل الدهن ذى النكهة الرقيقة مثل القُد وهذا التغيير يلاحظ من نقص فى شدة النكهات الحلوة الطازجة إلى طور متعادل. وهذه يمكن تمييزها من تأثير "القطن الصوف" cotton wool عديم الطعم - الذى يتبع أحياناً - فإن هذا يرجع إلى تأثير بعض مكونات النكهة الأصلية بدون التأثير التعزيزى للأيونوسين أحادى الفوسفات والذى يكون قد إختفى فى هذه المرحلة.

وحتى الآن فإن التغيير يعتبر "فقد الطزاجة" وعمليات التحلل الذاتى كانت السبب الرئيسى فى التغيير بينما بكتريا الغذاء تنمو فتزيد من إعدادها قليلاً ولو كانت غائبة فإن التغيير الحسى يكون بطيئاً جداً. ولكن من الناحية العملية فإن المنتجات الحمضية فى هدم البكتريا للكربوايدرات تسبب أن

السمك يصبح حمضياً sour ويبتدىء ظهور الأحماض الأمينية ذات الطعم الأقل قبولاً وكذلك منتجات الأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت وتبرز روائح تشبه الكرنب وأخرى حمضية ولفتية ويصبح المذاق مراً. والتهدم الكبير ينتج روائح كبريتية وبرازية قوية واللحم – وقد أصبح عفناً – يمكن أن يذاق بصعوبة مالم تمنع ذلك الدوخة.

وبالمثل فإنه يلاحظ تغير فى مظهر ورائحة السمك الكامل أو المقطوع فالعيون تغوص ويصعب معرفة كتل العضل حيث ينعم اللحم. والقشور تتفكك والمرغ الذى يكسو السمك يفقد نعومته ووضوحه وروقانه وأخيراً يتحول إلى كتل "معقدة" knotted صفراء من خلايا البكتريا. وفى الخياشيم فإن أكسدة صبغات الهيم تسبب تحول اللون الأحمر إلى بنى وتبهت وتظهر روائح غنية حلوة ثم ذات سمة مميزة حمضية قبل أن تسود روائح أمونية وبرازية. وفى الأول فإن اللحم – على غير العادة – عادة متماسك وباهت، عادة أزرق باهت شفاف ولكن ببطء يصبح معتماً وينعم بحيث تنفصل بلوكات العضل بسهولة.

وأزمة تخزين أنواع القديديات gadoids فى ثلج يذوب حوالى ٥ – ٦ أيام من الموت للإحتفاظ ببعض خواص النكهات الطازجة الحلوة، ٨ – ١٠ أيام قبل بدء الحموضة. وباليوم الخامس عشر فإن النكهات غير المرغوبة القوية تصبح غير مقبولة وبعد ١٨ يوماً يكون السمك فاسداً بدرجة كبيرة.

والتحلل الذاتى وتحلل الدهون يسبب روائح ونكهات زنخة فى السمك الدهنى ولو أنها مهمة فى السمك المبرد إلا أنها لاتسود فى الفساد. وفى صفيحيات الخياشيم elasmobranchs تعطى اليوريا سمة مميزة مرة للحم، وتُنْتَج الأمونيا خلال التخزين وهى مع ثالث ميثيل أمين ث.م.أ TMA تسبب الفساد الرئيسى. (Macrae)

مواد الرائحة aroma substances: تتكون مواد الرائحة بالهدم الإنزيمى للأحماض الدهنية عالية عدم التشبع بالإشتراك مع ليبوكسيجينات lipoxygenases وهى تشترك فى إعطاء الرائحة المعدنية الخضراء green metallic الخفيفة للأسماك الطازجة: هكسانال، ترانس–هكسانال، ٣–سيس–هكسانال، ١–أوكتين–٣–أول 1-octen-3-ol، ١–اوكتين–٣–وان 1-octen-3-one، ١،٥–سيس أوكتادين–٣–أول، ١،٥–سيس–أوكتادين–٣–وان، ٢–ترانس–٦–سيس–نونا ثنائى ايثايل والـ ٢،٦–ثنائى بروموفينول وله عتبة رائحة تبلغ ٠،٥ نانوجرام/كجم يساهم فى رائحة سمك البحر الطازج. وعند زيادة تركيزه ينتج عنه رائحة تشبه الأيودوفورم، وهو عيب لوحظ فى الجمبرى. أما مايشبه رائحة اللحم فى التونا فتنتج عن تكون ٢–ميثيل–٣–فيورانثيول 2-methyl-3-furanthiol. والأحماض الدهنية غير المشبعة تنتج ١،٥–أوكتادين–٣–وان 1,5-octadien-3-one وهذه بالإشتراك مع الميثيونال methional – وسلفه الميثيونين – تتسبب فى الرائحة السمكية فى السمك المقلى. (Belitz)

تأثير درجة الحرارة effect of temperature

كل التفاعلات الكيماوية سواء كانت محفزة أو لا تتأثر بدرجة الحرارة ولكن ليس بطريقة واحدة.

فأعلا من درجة حرارة صفر°م فإن أساس التهدم نشاط بكتيرى. ومعدل التغير النسبى ر R الذى يلاحظ لنمو عدد كبير من بكتيريا فساد الأغذية ينطبق على السمك أيضا

ر = (٠,١ د + ١)٢ $R = (0.1\ T + 1)^2$

وعلى ذلك فالسمك المخزن على ١٠°م يفسد بمقدار أربع مرات أسرع من السمك المخزن على صفر°م. والبكتيريا المحبة لدرجات الحرارة المتوسطة والتى لم تكن نشطة يمكنها النمو وفى بعض الأحيان تنتج موادا سامة.

ويجمد السمك عندما يبرد إلى أقل من -١°م وتحدث بعض التغيرات الكيماوية والفيزيقية ويجب تجنب التجميد البطىء على أن التجميد السريع والتخزين على -٣٠°م يعطى منتجات ذات نكهة وقوام لايختلف كثيرا عن الأصل ولكن أعلا من -٣٠°م يحدث تغيير. وعندما يحدث تذبذب فى درجات الحرارة فإن زيادة من الماء تفقد بالجفاف من المنتجات غير المحمية وتظهر بلورات الثلج فى العبوات ويظهر الإحتراق التجميدى freezer burn – مظهر قطنى إسفنجى – على السطح. والإحتراق التجميدى يسرع من الأكسدة الذاتية للدهون مزيدا من التغيرات فى النكهة غير السارة. وفى السمك الدهنى فإن المذاق الحريف للتزنخ التأكسدى هو التغير السائد فى النكهة. ومع السمك قليل الدهن فإن تغير النكهة يسببه تغير فى كيمياء الدهون. وكثير من الكربونيل وغيرها من نواتج أكسدة الدهون وجدت ووجد لها خواص حسية مشابهة (ورق مقوى وعفنة) لتلك التى تظهر فى القد المخزن مجمدا بطريقة سيئة. كذلك فإن الأيونوسين وحيد الفوسفات يمكن أن يهدم إلى هيبوزانثين خلال تفاعلات مع منتجات أكسدة الدهون.

وأعلا من -١٥°م فإن أ.ث.م.أ TMAO يتهدم إنزيميا إلى ثانى ميثيل أمين وفورمالدهيد فى بعض الأسماك البحرية. والكميات قد لاتؤثر على النكهة ولكنها تساهم فى تغيرات القوام والذى يظهر أنه يؤثر أكثر على المستهلك. وهناك فقد أكثر فى السائل أثناء التيع thawing والمناولة وطبخ السمك الذى كان قد خزن على درجة حرارة تبريد مرتفعة، ويزال السائل بسهولة أكثر بالمضغ تاركا مايمكن أن يعتبر سمكا جافا ليفيا وجشبا مشابها لمضغ خيط.

الزعاف فى السمك المخزن
toxins in stored fish

معظم الأسماك التى تمسك فى ماء غير ملوث تكون حرة من الكائنات الممرضة ولكن الزعافات ممكن أن توجد فى السمك المخزن بطريقة سيئة.

التسمم البوتشيلينى botulism

أنسجة السمك تدعم نمو السلالات المحبة للبرودة غير البروتيوليتية من *Clostridium botulinum*. وقد وجد عدة منها خاصة تلك المنتجة لزعاف نى فى الأنواع البحرية والمياه العذبة. والسمك الذى لايطبخ قبل الإستهلاك مثل السمك المدخن هو المعنى فمكونات الدخان والملح تثبط كائنات الفساد مما يؤدى إلى خطر أكبر من الزعاف قبل أن تصبح المنتجات غير مقبولة. والخطر صغير ولكن تفضيل المنتجات الأقل جفافا وبأقل ملح يزيد من

الخطورة. وفوق ٣°م يحتاج الأمر إلى كميات زيادة من الملح لتثبيط النمو وتثبيط تكوين الزعاف. ولدرجات حرارة تخزين حتى ١٠°م فإن أقل تركيز للملح في طور الماء ٣,٥٪ لابد منه لضمان أمان الناتج. وعند درجات حرارة أعلا نسبة أكبر من الملح يحتاج إليها ولكن هذه المنتجات تصبح غير مستساغة بالنسبة لمعظم الناس.

إلتهاب المعدة والأمعاء الناتج عن *Vibrio parahaemolyticus*

gastroenteritis caused by *Vibrio parahaemolyticus*

على درجات حرارة أعلا من ١٠°م فإن هذا الكائن ينمو سريعاً على السمك ولو أنه يبقى بعد التجميد إلا أنه يموت على درجات حرارة التبريد فهو أساساً مشكلة مع الأسماك من المياه الدافئة. وتحت ظروف النمو المثلى (٣٥ - ٣٧°م و جيد ٧,٥ وتركيز ملح ٢-٣٪) فإن متوسط عمر الجيل يمكن أن يكون ٥ دقائق. والأغذية يمكن أن تصبح سريعاً خطرة مسببة إلتهاب معدى معوى وآلام في البطن في ٤ - ٤٨ ساعة بعد الإستهلاك.

زعاف الأسقمرى scombrotoxin

سمى كذلك لأنه متصل بإستهلاك Scombridae الفاسدة (الأسقمرى والتونا مثلاً) وأنواع Scomberesocidae (مثل السورى saury) ولكن سبب تكوينه غير معروف. وعندما يبرد تبريداً غير كاف فإن مواداً ثابتة ضد الحرارة تتجمع في اللحم. وإذا أكلت بكميات تسبب المرض فإن تأثيراً يحدث مشابه للتسمم بالهستامين: مذاق فلفلى أحياناً وإسهال وفوران ساخن مع عرق وطفح جلدى أحمر براق ودوخة وصداع وكل هذا قد يظهر في بضع دقائق. والسمك الأسقمرى يحتوى هستيدين وبعض البكتيريا تستطيع إنتزاع الكربوكسيل منه وتكون هستامين والذى قد يقاس ويستعمل كدليل للخطر. ولكن الإختلافات تقترح أنه ربما كان هناك أكثر من زعاف.

الطفيليات parasites

معظم الطفيليات ينتج عنها فقد الجمال أكثر من خطر صحى. ويمكن أن ينتج المرض من سمك مطبوخ أو تحت مطبوخ يحتوى المثقوبات (ديدان مفلطحة) (trematodes [flatworm]) و الديدان الشريطية (cestodes [tape worms]) وهى توجد في الأنواع الإستوائية. وأكثر إنتشاراً الخيطيات/السلكيات (الديدان الأسطوانية) (nematodes [round worms]) خاصة Anisakidae مثل Phocanema (*Pseudoterranova decipiens*)، *Anisakis simplex* وهى توجد في الأمعاء ومتحوصلة في اللحم مما يفسد مظهر الحَزَّات fillets ولو أُكِلَت تسبب إلتهاباً في المعدة أو الأمعاء وهى لاتعيش إلا ٣ أيام على -٢٠°م.

اللطخات tainting

اللطخة رائحة أو نكهة غريبة عن المنتج تحدث عندما يتعرض السمك لمواد هى نفسها أو نواتج أيضها لها نكهات قوية. وهذه المواد تنتقل للسمك بسبب طول مدة تعرض الأنسجة مثل الخياشيم في

المياه التى تعيش فيها الأسماك. ويحدث أن تتركز المـواد المحبـة للدهـون فـى الأنسـجة الدهنيـة. وبعض اللطخـات قـد يكـون طبيعيـاً أو ناتجـاً عـن التلوث بالزيت أو مـواد كيماوية أخرى. وقد تنتج عن نمو الطحلب فى المياه العذبة أو المالحة. وفى المياه العذبة تنتج لطخات أرضية مثل البطـاطس الخام وتنتج عن إطـــلاق جيوسميـــن geosmin أو ٢-ميثيل أيزبورنيـول 2-methyl isoborneol فى النماء. أما فى السمك البحرى فإن أهم أسباب اللطخات هـو كبريتيد ثنائى الميثيل dimethyl sulphide ومن اللطخات الأخرى ماهو حشائشى ويودى ومشـابه للكرنـب وللتـوت الشـوكى وحتـى البنزين والديزل.

التوابع الغذائية

nutritional consequences

تزال كثير من المعادن أثناء تنظيف السمك وإزالة الأمعـاء. وأكسـدة الدهـون تنقـص مـن الأحمـاض الدهنية عديـدة عـدم التشبع والفيتامينـات القابلـة للذوبان فـى الدهـن خاصة التوكوفـيرولات. وهـى مضـادات أكسـدة كمـا تفقـد فيتامينـات ب القابلـة للذوبان فى الماء وكذلك البروتين والمعادن خلال القطـارة drip. والفسـاد البكتيرى البسـيط يجعـل البروتين أكثر إتاحة وقد ينقص الليسين أو قد يزيـد فينقص حيث التخزين التجميـدى سـىء ، ويزيـد نظراً لفرد unfolding البروتينات.

كذلك قد ينتج من طـول مـدة التخزيـن أو عـدم التخزيـن الجيـد: خطـر زعـاف بمافيـها سميـة الأيدروبيروكسيدات وغيرهـا مـن المنتجـات عاليـة التفاعل الناتجة عن التزنخ التأكسدى. (Macrae)

خواص الرخويات

characteristics of molluscs

الرخويـات تكـون شـعبة وحيـدة مـن الحيوانـات Mollusca وتتميـز بإرتبـاط فـى خـواص الشـكل morphology والتشريح anatomy تفصلهم عـن كل الكائنات اللافقريـة الأخـرى invertebrate organisms.

والرخويات منتشرة فى الأوساط البحرية وتعيش من الشاطىء إلى الأعماق وتوجد فى المحيطات وفى الأعماق على وفى جميع أنواع المواد. ومن حيث الحجـم فـهى تـتراوح مـابين بطنيـات الأقـدام gastropods الصغيرة وذات الصمامين bivalves والتى هـى أقل مـن ١مـم فـى القطـر إلى الحبـار/ السبيدج الضخم والذى قـد يكـون ١٥م فـى الطـول وأزيد من ١٠٠٠كجم فى الوزن.

الخواص الشكلية والتشريحية النموذجية

typical morphological & anatomical features

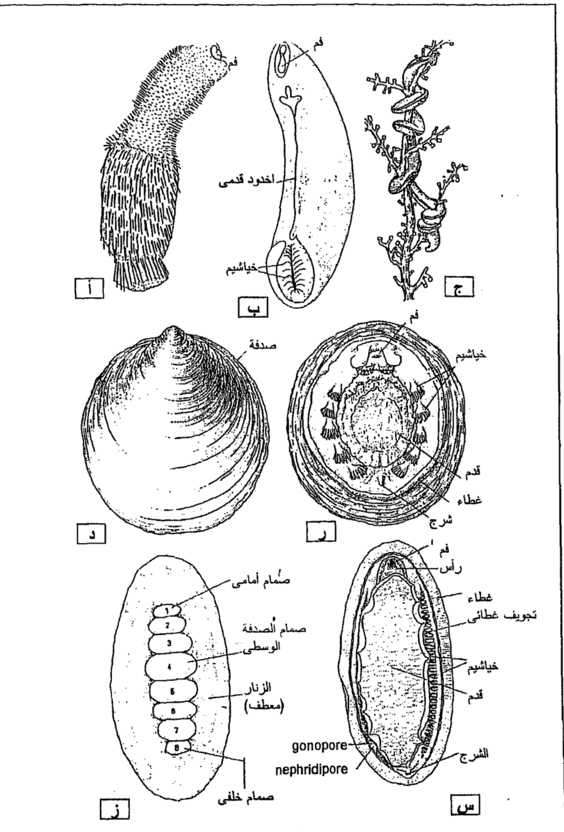
هـى عـادة بها الخـواص الآتيـــة أو بعضهـــا: ١- الجوف/السيلوم/باطن البطن coelom ناقص وآثار من ترتيب الأسواء metamerism. ٢- غطاء mantle أو بشرة epidermis لحمية لجدار الجسم الظهرى والتى بـها غـدد تسـتطيع إفـراز كربونـات الكالسيوم لتكـون صدفة هيكـل خـارجى أو أجـزاء صدفية مثـل الأطبـاق plates أو الأشـواك spines أو مناظـــير spicules. ٣- غطـــاء mantle أو انغمـاد/غـؤور invagination فـى الغطـاء والـذى يحتـوى زوجاً أو أكثر مـن تركيـب تنفسـى-مشـطى الحاشية ctenidia أو الخياشيم gills وفيها الأنظمة

الهضميـــــة وإفـــــرازات الكليـــــة الخلفيـــــة metancphridial والتكـاثر تخـرج منتجاتهـــــا.
٤- السطح الجسمى الشرجـــــى ventral body pedal يتحور إلى أخـــدود قدمـــــى surface groove أو قـدم يتعضـل muscularized foot للتقدم أو التحرك. ٥- لسان كالمبشرة rasp-like أو radula متكيـتن chitinized. ٦- نظـام جوفـــى بطىء هيمـــى haemocoelic دَوَّار circulatory مع قلب مقسم إلى أقسـام ولـه أذينـات auricles وبطينيات/تجويفـات ventricles. وبجـانب ذلـك فـإن الجـهاز العصبـى لـه أجــزاء عقديـة مزدوجـة ganglionic portions خاصة عقلية/مخية وقدميه وامعائية وعناصر خاصة بطنية شبيهة بالخيط أمامية خلفية، و تركيبات حسـية متخصصـة متطـورة للشم olfaction والرؤيـــة vision والتـــوازن balance وتنشيط الإحساس باللمس tactile stimulation. وأصلاً هذه الحيوانات كانت تحمـل أجنـاس الذكـر والأنثى فى أفراد مختلفة، والإخصاب كان خارجياً وتطـور البيض إلى يرقـات سطحية أو قـرب السـطح pelagic larvae ثـم أصبحت الأنثى والذكـر فـى نفـس الحيـوان (خنثـى) مـع فقـس حضـن البيـض brooding eggs وأصبحـت بيوضيـة ولوديـة ovoviviparity وهـذا هـو أحـد التحويرات فـى نظام تكاثرها.

taxonomy of the group تقسيم المجموعة

يعــرف الآن ســبعة طوائــف classes. فالــ Aplacophora البحرية التى ينقصها الصدفة كلية وبها على الأقل ٢٥٠ نوعـاً هـى حيوانـات دوديـة vermiform ولها أشواك spicules متكلسة وقشور مدفونة فى الغطاء والتى تنقسم إلى قسمين رئيسيين يعتـــبران طـــائفتين مســـتقلتين أحيانـــاً. الــ Caudofoveata (الصـــورة ١-أ) الإســـطوانية (مشـوهة الخليـة البدائيـة) gonochoristic وبـها الجسم مقسم تقريباً إلى جزء أمامى ووسطى وخلفى ولها حجاب قدمى أمامى شرجى وتصل إلى أطوال ١٤٠مم وتعيش كحفارات infaunal معظم الوقت. ويعرف منها أقل من ١٠٠ نوعاً وهى تتغذى أساساً علـى الكائنـات الحيـة والحتـات/فتـات الصخـور detritus. ثم هناك التى تعيـش حـرة ولهـا شـكل دودة طويلة ومضغوطة جانبياً الـ Solenogastres (الصورة ١-ب، ج) ويعرف منها ٢٠٠ نوعاً وطولها من ١ إلى ٣٠٠مـــم. وخنثويـــة hermaphroditic ونهابة/مفترسة predacious ولها أخـدود قدمـى pedal groove وطيات خياشيمية خلفية وتعيش متعاونـة علـى البقايـا epibiotically أو متطفلـة epizoically علـى اللواسـع cnidarians والتـى تكون عادة غذاؤها الرئيسى.

الـ Monoplacophora (الصـورة ١- د، ر) ومنـها أقل من ٢٠ نوعاً حياً لها أحفور fossil تـاريخى مثير للجدل وهى قاعية benthic وهى أساساً حيوانات قاع بحار لها صدفـة بشـكل القلنسـوة ولهـا أنظمـة مزدوجـة مختلفـة مثـل عضـلات قدميـة تنسـحب وخياشـيم أو لواسـع ctenidia وكليـة kidney/ nephridia ومنسل gonads يعكس ترتيب اسواء بدائـــــى metamerism. وفـــــى الـــ monoplacophorans القدم كبير مع بطن قدم مسطح زاحف وفجـوة مشـمالية وشـاحية pallial mantle على جوانب الحيوان.



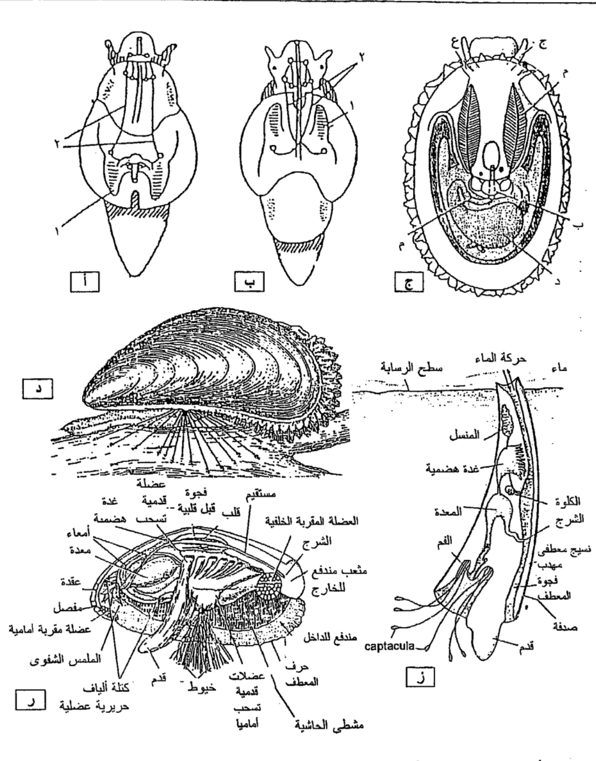
صورة (١): أ: caudofoveate *Aplacophoran* مبيناً الجسم مقسماً لثلاثة أجزاء وأشواك. ب: *Aplacophoran selongastre* مبيناً الأخدود القدمى. ج: solungastre Aplacophoran على الحاشيـــة. د: مظهر ظهـــرى لصدفة الـ monoplacophoran. ر: مظهر بطنى لـ monoplacophoran تظهر بعض التفاصيل التشريحية. ز: مظهر ظهرى لـ polyplacophoran مع أطباق الصدفة والزنار. س: منظر ظهرى لـ polyplacophoran مع تفاصيل تشريحية.

والخيتونات chitons منفصلة كطائفة Polyplacophora (الصورة ١-ز، س) لها قدم عريض عضلي وفجوة معطف تحتوى أزواج عديدة من مشطي الحاشية ctenidia وتتكون من حوالى ٦٠٠ نوعاً من بحريات قاعية مع أجسام ظهر فتحية مقعرة. وهى فريدة فى أن لها ثمانية أطباق صدفية كلسية تحفظ معاً بواسطة زنار girdle نوعى وطرفى. والجسم الخارجى مطاول إلى بيضى والبالغ منها يتراوح مابين ٣ إلى ٤٠٠مم فى الطول ومعظمها يعيش فى المياه الضحلة وإن كان بعضها يوجد على مابعد ٧٠٠٠ متر. وتعيش على النباتات وما يشبه اللسان radula له ١٧ سنة فى صفوف منعكسة وطرف مستدق مقوى بالمجنيتيت magnetite (أكسيد الحديد الأسود). والأجزاء الأمامية من القناة الهضمية لها أزواج من الغدد لهضم الكربوايدرات. والقدم الكبير العريض يستخدم فى الزحف أو ليلتصق بالمص. ويؤخذ على السطح الظهرى للصمامات تركيبات خاصة حساسة للضوء مع مايشبه اللسان radula تحتوى حديدا قد تساعد على مقدرة السمك على العودة إلى أماكن التوالد أو أماكن معينة homing behaviour.

والحلزونات أو الـ Gastropoda (الصورة ٢: ١-ج) بها حوالى ٤٠٠٠٠ نوعاً ومعظمها يعيش فى البحر ولكن كثير منها يعيش على الأرض وفى المياه العذبة. وهى أساساً وحيدة الصمام مع صدفة متكلسة مقفولة حلزونية رقمية ولها أشكال مختلفة فهى على هيئة قلنسوة أو تنقص قليلاً أو مفقودة كلياً. وهى تتراوح مابين أكثر من ٥٠٠مم فى الطول وأصغرها ١مم.

ومن الوجهة التشريحية فإن الحلزونات وأقربائها هى أساساً تقسم إلى رأس وقدم وكتلة أمعاء وهى تتميز بعملية فريدة تسمى التواء torsion وتحدث خلال تطورالكائن المفرد. وفجوة الـ mantle وفيها تفرغ القناة الهضمية والتركيبات الإفرازية والمناسل gonads. وكتلة الأمعاء تحتوى على زوج من خياشيم تنفسية موضوعة جانبياً وتوجد خلفياً فى الحلزونات اليرقية (الصورة ٢-أ). وأثناء التطور فإن entire mantle cavity and its contents تدور فى قوس ١٨٠° إلى اليمين مما يجلب الفجوة نفسها إلى وضع أمامى أمام وخلف عنق ورأس الحلزون (الصورة ٢-ب). وداخلياً الإلتواء torsion يسبب تشابك غريب للإتصالات العصبية الموضوعة جانبياً على أزواج بين العقد المخية الموجودة أماماً والعقد الأمعائية الموجودة خلفه.

ورؤوس الحلزونات gastropods عادة لها على الأقل زوج من المجسات الرأسية cephalic tentacles وعيون مرتبطة بها ولكن كلا التركيبين يمكن أن يفقدا. والقدم له بطن زاحفة وهناك أخاديد جانبية بينها وبين الـ mantle مكونة مايسمى قدم إضافى epipodium مع مجسات حسية sensory tentaculate وأعضاء ذات غشاء integumantary organs وبطن القدم قد يكون مقسماً أو محوراً للعوم وفى حالة الطفيليات الداخلية يفقد تماماً. والكتلة الأمعائية، حدبة ظهرية، مغطاة بالـ mantle والتى تفرز الصدفة وتحتوى على الأعضاء الداخلية أو الأمعاء بمافيها القلب والكلى والمناسل والقناة الغذائية.



صورة (٢): (أ) حلزون قبل الالتواء مظهراً شقى الحاشية (١) فى فجوة الـ mantle الخلفية وأعصاب ضامة مخية معوية غير مجتازة (٢). (ب) حلزون بعد الإلتواء مظهراً مشطى الحاشية ctenidium (أ) فى فجوة الـ mantle الأمامية وأعصاب ضامة مخية معوية (٢). (ج) حلزون prosobranch بدائى مظهراً "ح" مشطى الحاشية ، "ع" العين، "م" مستقيم ، "د" معدة، "ج"مجس، "ب" بطين القلب مجتازاً بالمستقيم. (د) منظر خارجى لبلح البحر ذى المفصلين مع ألياف حريرية. (ر) منظر داخلى لبلح البحر ذى المفصلين مع تفاصيل تشريحية. (ز) منظر داخلى لـ scaphopod* مع تفاصيل تشريحية.

*** عضو فى الـ Scaphopoda وهو طائفة class من الرخويات ذات صدفة إسطوانية مفتوحة فى نهايتها.**

وعموماً فإن الفكوك والـ radula (مايشبه اللسان) تساعد الفم في إيصال الغذاء إلى القناة الهضمية. وزوج أو أكثر من الغدد اللعابية قد تساهم بإنزيمات في الفجوة الفمية، والمعدة تؤدى خلال الأمعاء إلى الشرج النهائي وقد يكون لها قلم بلورى وكيس قلمى. وحائط الأمعاء مطاول ومطوى داخلياً فيزيد من السطح الهاضم typhlosole وأنبوبة (مسدود أحد طرفيها) هضمية وقانصة ساحقة triturating gizzard مرتبطة بها. وكل هذه التركيبات: الرأس والقدم وكتلة الأمعاء والمعطف mantle والصدفة مختلفة وقد تتغير في تحت أقسام الحلزونات Gastropoda.

وتقليدياً الحلزونات تقسم إلى ثلاثة تحت طوائف: Prosobranchia و Opisthobranchia و Pulmonata وإن كان هذا قد تغير في تحت class له مايشبه السوطين وعينين وصدفة حلزونية أو مخروطية Prosobrancha (الصورة ٢-ج) مع الخياشيم أمام القلب تكون أكثر الحلزونات وبها ٢٠٠٠٠ نوعاً والصدفة دائماً موجودة تقريباً وعادة تُلَفّ حلزونياً وقد تكون رضفانية patelliform أو أنبوبية أو مفقودة في البالغ. والقدم عادة مع بطن القدم تحمل غطاء متكلس أو قرنى وتركيب يستطيع غطاء فتحة الصدفة عندما ينسحب الحيوان. وكقاعدة فإن فجوة المعطف mantle متجهة للأمام وتحتوى زوجا من التركيبات التنفسية (مشطى الحاشية ctenidia) وزوج من الأعضاء الحساسة كيماوياً وزوج من تركيبات تفرز مخاطاً (غدد تحت خيشومى hypobranchial وأحياناً مصدر لصبغات أرجوانية هي مشكلة في الأنواع الرئيسية تجارياً) والقناة الغذائية وكذلك الأجهزة الإفرازية والتناسلية التي تفرع في فجوة المعطف mantle وبطين القلب يجتازه المستقيم وهناك إذينان جانبيان.

والـ Opisthobranchs أوبيستوبرانشات وبها الخياشيم - إن وجدت - عادة خلف القلب وهي عددياً أقل من البرسوبرانشات prosobranchs أو البولمونات pulmonates وهي أقل من ٢٠٠٠ نوعاً وسمتها المميزة تشمل فقداً تدريجياً للصدفة والغطاء الواقي operculum للخياشيم في البالغين وذلك للإلتواء وفقد سلسلات الأعصاب streptoneury حيث أن مايضم المخ والأمعاء لاتُجْتَاز (euthyneury) وأخيراً خنثوية hermaphroditism.

وهو به عدد قليل من أحياء المياه العذبة فهذه تحت طائفة من الحلزونات بحرية وتشمل مايأكل الأعشاب ومايأكل اللحوم ومغذيات معلقة طافية مخاطية شبكية. وتمثلها عاريات الخيشوم nudibranchs والتي كبالغة ينقصها الصدفة وفجوة المعطف mantle مشطية الحاشية. وكبديل فيها تركيبات تنفسية متصلة مثل الـ cerata وخياشيم شرجية أو جانبية. وهي مع المعطف mantle قد تكون ملونة ببريق.

أما البولموناتا Pulmonata وبها ١٥٠٠٠ نوعاً وهي تعيش في المياه العذبة وعلى الأرض فيما عدا بعض أنواع. وهي خنثوية hermaphroditic مفكوكة detorted و euthynerous وينقصها غطاء الخياشيم ومشطى الحاشية ctenidium وحورت الفجوة الطيلسانية pallial إلى فجوة

رئوية pulmonary تسهل تبادل الغازات وتفتح على الخارج بواسطة فتحة ضيقة تنقبض. وعادة توجد صدفة ملفوفة حلزونية وشكلها يختلف أو على شكل قرص مفلطح. وقد تفقد أو تلف بمعطف وهي تظهر كثيراً من التجانس ومعظمها آكل الأعشاب ولكن البعض آكل اللحوم.

وهي تسود في المناطق الباردة والمعتدلة.

ومجموعة أخت للـ Gastropoda فإن الـ Cephalopoda وتشمل الحبار والأخطبوط وبها ٦٠٠ نوعاً حياً كلها تقريباً بحرية.

وذات الصمامين Bivalvia (الصورة ٢-د، ر) وتشمل كائنات مثل البطلينوس وبلح البحر وبها أقل من ٨٠٠٠ نوعاً و١٠٠ فصيلة/عائلة وهي مائية بحرية وكذلك مياه عذبة intaunal or epitaunal. وهي حيوانات تسود على ترشيح الغذاء وتتميز بصدف مزدوج أو صمامات يمكن قفلها بواسطة عضلات فقرية. وهي تتراوح بين ١ - ٢ مم إلى ١٠٠٠ مم. والصمامات تتصل ظهرياً بواسطة مفصل hinge والذى قد يتكون من رباط ligament وعناصر أسنانية. والجسم مضغوط جانبياً والقدم الرمحي أو الملوقي مهيىء للزحف والحفر والتنظيف وقد يفقد.

وقد فقدت هذه الحيوانات مايشبه اللسان radula وحورت ملمساً متخصصاً على جانبي الفم يساعد في ترشيح الغذاء الجسيمي. والجهاز العصبي غير مركز ومتخصص خلقياً مع تطور خلقي لفتحات والمعطف أو المثعب siphon.

وفي ذات الصمامين فجوة المعطف قد تحددت وتعمقت كثيراً وهي تشغل معظم المساحة بين الصدف. ومشطا الحاشية ctenidia تظهر توسعاً متقناً في معظم الأقسام. وهذه تكون تركيبات مكبرة جداً تتكون من أزواج من أطباق جانبية أو صفائح من خيوط وفيها أوعية دموية للتنفس وعلى سطحها يوجد أهداب معقدة تسهل ترشيح المواد المأكلة من العوالق المعلقة في المادة أو الكائنات الحية من الحُتَات/فتات الصخور detritus أو قاع الترسيبات. وأساساً ذات إخصاب خارجي فإن ذات الصمامين قد تكون خنثى وأحياناً أولاً مذكر ثم مؤنث protandrous مع يرقات حرة العوم أو متطفلة. كما أن الإحتفاظ بالصغار في فجوة المعطف أو في جراب خاص في الخياشيم يحدث أحياناً.

وتعيش في القاع في مياه عذبة أو مالحة فإن البطلينوس وأقربائه عاش في كثير من الأوساط المائية وهي توجد في المياه الضحلة إلى الأعماق. وتستخدم المترسبات الناعمة والمواد الصلبة. وتتطفل وتحفر في الجير والصدف والخشب.

وقريباً من ذات الصمامين Scaphepoda (صورة ٢-ز) وتعرف بالناب أو الصدف المسنن ولها ٣٥٠ نوعاً ولها جسم متناظر جانبياً وصدف أنبوبي مطاول ومنحرف بلطف والذى ينتفخ عند نهايته فإنها لحمت حواشي المعطف الجانبية واختصرت المنطقة الرأسية وفقدت مشطا الحاشية ctenidia وحل محلها حزوز أو طيات في فجوة المعطف والصدفة متكلسة وتتكون من ثلاث طبقات وتخف إلى فتحة خلفية ضيقة والصدفة خارجياً ناعمة أو منحوتة وتبلغ من ٢ - ١٥٠مم في الطول في البالغين والفم يوجد على خرطوم بارد ومحاط

بخيوط طويلة وأعضاء حسية تسمى captacula والتى تبحث فى الراسب وتجمع بواسطة غدد لاصقة وقنوات هدبية وكائنات دقيقة بيفرجية صغيرة مثل المتحزيات foraminiferans القاعية والتى هى غذاؤها. وهى بحرية وحافرات وتفضل المواد الطرية وتزدهر أساساً فى القيعان الطينية والرملية مع الجزء الخلفى من الصدفة مع فتحتها يبرز من مادة (التفاعل) الغذاء. (Macrae)

الرخويات المهمة تجارياً
commercially important molluscs

يمكن أن تجمع الرخويات المهمة تجارياً فى ثلاثة طوائف: بطنى الأقدام Gastropoda ورقيقى الخياشيم Lamellibranchiata أو ذات الصمامين bivalves وال Cephalopoda رأسى الرجل.

ذات الصمامين bivalves

ذات الصمامين وهى تتغذى على المرشحات وتشمل البطلينوس clams والكوكل cockles وبلح البحر mussels والمحار oysters والأسقلوب scallop وهى لتغذيتها على المرشحات filter feeders فإن أى ملوث أو مادة سامة تتركز.

البطلينوس clams

الإسم العام بطلينوس clam يسبب صعوبة فقد تسمى الكوكل بطلينوس وقد يطلق على الأسقلوب ولكنه هنا يطلق على ذات الصمامين من الأغذية البحرية والمياه العذبة كما فى الجدول (١). ومعظمه يصاد ولكنه يزرع بكثرة الآن فى أوروبا واليابان.

الجدول (١): البطلينوس البحرى والمياه العذبة.

النوع	الإسم العام
Merceniara (or *Venus*) *Mercenaria*	بطلينوس صلب أو صدفة صلبة أو كواهوج quahog
Tapes or *Venerupis* spp.	صدف السجادة carpet shells
Sandomus giganteus	بطلينوس الزبدة butter clam
Mactra sachalinensis	بطلينوس فرخة hen clam
Mya arenaria	بطلينوس رقيق الصدفة وبطلينوس صلب
Titaria cordata	بطلينوس الخليج Gulf clam
Spisula solidissima	بطلينوس المتكسرة على الشاطىء surf clam
Corbicula spp.	بطلينوس المياه العذبة freshwater clam

المناولة والإستخدام والتخزين

يباع البطلينوس حياً أو طازجاً أو مجمداً فى الصدفة وقد تزال الصدفة بلهب الغاز لمسخ إتصال العضلة وبذا تنفتح قبل إزالة اللحم بتقليب ميكانيكى شديد ثم يدرج ويعبأ وقد يدخن اللحم أو يجفف أو يعلب كما يعمل شوربة (شودر chowder).

الكوكل cockles

الكوكل الحقيقى cockles أعضاء فى الفصيلة/العائلة Cardidae ومنها أربعة أنواع (الجدول ٢). وقد تسمى winkles (ونكل) فى أمريكا الشمالية وبعض البطلينوس قد يسمى كوكل فى نيوزيلندا.

جدول (٢): الكوكل المستخدم تجارياً.

النوع	الإسم العام	الوجود
Cardium edule أو		
Cerastoderma edule	الكوكل العام	عام
Cardimus corbis	الكوكل العام	فى الساسيفيك وأمريكا الشمالية
Cardium aculeatum	الكوكل الشائك	الأطلنطى والبحر الأبيض المتوسط
Cardium tuberculatum	الكوكل المعقد knotted	الأطلنطى والبحر الأبيض المتوسط

المناولة والإستخدام والتخزين

عند وصولها للأرض يغلى الكوكل cockles أو يعامل بالبخار لإطلاق اللحم من الصدفة ثم يغربل riddle ويقع من الغربال إلى رواقيد vats بها ماء حيث يغسل عدة مرات لإزالة الرمال. وتقليدياً يطبخ بالدفعات على غلايات مغذاه بالفحم مع الغربلة والغسيل وتدريجياً يستمر الطبخ على دفعات بإستخدام البخار على الضغط الجوى مع غربلة ميكانيكية ويستمر الغسيل باليد. وفى سنة ١٩٧٠ استخدم الطبخ بالبخار فيما يسمى البلوك الأوحد monoblock. وأحياناً يحدث تلوث من فيروس وقد وجد أن أقل درجة حرارة لتثبيط فيروس إلتهاب الكبد أ hepatitus A هى ٨٥°م لمدة ١ ق. وعلى ذلك فالعملية مستمرة الآن بإستخدام ماء على ٩٥°م حيث يغذى الكوكل بصدفه فى طبقة رقيقة ١٠ سم. وزيدت درجة الحرارة للضمان بحيث أصبحت ٩٠°م فى المركز لمدة ١,٥ ق ولتثبيط الفيروسات الداخلية الأخرى.

والكوكل يسوق فى صدفة أو لحماً مقشوراً مغلياً طازجاً ومجمداً أو مملحاً. كما يباع أيضاً معبأ بالحجم فى حمض خليك فى نتيشة الخل لإستخدامها فى المنتج الذى ينقع فى ماء مالح أو خل marinate.

بلح البحر mussels

كل أنواع بلح البحر المهمة تجارياً هى أعضاء فى فصيلة/عائلة Mytilidae (الجدول ٣). وبجانب صيد الأنواع الموجودة فى الجدول (٣) فإن بلح البحر الأزرق blue mussel يزرع فى كثير من أنحاء العالم وأبسط أنواع الزراعة يتضمن زرع بيض المحار ثم نقله إلى حيث يسمن والآن يوضع خشب وإليه يربط حبال وعلى هذه الحبال ينمو بلح البحر. الذى ينمو خالياً من الرمال.

الجدول (٣): بلح البحر المهم تجارياً.

النوع	الإسم العام
Mytilus edulis	بلح البحر الأزرق blue mussel
Mytilus californianus	بلح البحر العام common
Modiolus modiolus	بلح البحر الحصان horse
Modiolus barbatus	بلح البحر الحصان الذقن bearded horse
Mytilus smaragdinus	بلح البحر الأخضر green
Perna canaliculus	بلح البحر أخضر الشفاه أو بيرنا green-lipped or perna

المناولة والإستخدام والتخزين

بعد الجمع من مياه ملوثة ينظف بلح البحر ويجرى تحليل لمعرفة عدد *E. coli* ويجب أن تكون الـ *Salmonella* غير موجودة في اللحم والسائل داخل الصمامات ويتطلب أن يكون عدد *E. coli* <٢٣٠/١٠٠ جم وغياب السالمونيلا من ٢٥جم.

والتنظيف يتم بوضعه في ماء غير ملوث لمدة من الزمن أو بمعاملته في التنكات حيث يدار ماء البحر النظيف. وأحياناً يعقم ماء البحر بالأشعة فوق البنفسجية أو الكلور وهذه الطرق تكفى للبكتريا ولكن التلوث بالفيروس يحتاج لوقت أطول. وتجرى هذه العملية لمدة شهرين لضمان نزول الفيروس إلى مستوى مقبول.

وكثيراً من بلح البحر يسوق بدون أى معاملة أخرى وفى أحيان أخرى ينظف مع إزالة الخيوط التى تربط بلح البحر بما يعلق به فإذا أريد تقديم اللحم مقشراً فإن الحرارة لازمة لإزالة القشرة بطريقة مشابهة للكوكل وهو يسوق مجمداً أو معلباً في مأج أو زيت أو منقوعاً في الخل.

المحار oysters

المحار المهم تجارياً يظهر في الجدول (٤). وجميعها أعضاء في Ostreidae.

المحار كان غذاءً عاماً منذ قديم الزمان ولكن لزيادة الصيد والتلوث والمرض والشتاء القارص يعتبر الآن من الأغذية المترفة. وقد زرعت أصناف العام والبرتغال والباسيفيكى ولو أن الباسيفيكى لايربى جيداً في المياه الشمالية ويجب زراعته في حضانات حيث المياه مدفأة ثم ينقل إلى حيث ينمو.

الجدول (٤): المحار المهم تجارياً.

النوع	الإسم العام
Ostrea edulis	المحار العام أو المسطح
Ostrea lurida	المحار الغربى
Ostrea laperousei	–
Ostrea lutaria	محار الشبكة dredge oyster
Crassostrea angulata	محار البرتغال
Crassostrea virginica	محار النقطة الزرقاء blue point
Crassostrea gigas	المحار الباسيفيكى Pacific oyster

المناولة والإستخدام ولتخزين

يجب تنظيفها إذا أخذت من مياه ملوثة فيتبع مثل مايتبع مع بلح البحر. وهى تباع حية مع الصدفة أو فيما يقال عنه نصف صدفة half-shell واللحم المفصول من الصدفة قد يجمد أو يباع طازجاً (خام).

الاسقلوب scallops

يعرف منها حوالى ٢٠ نوعاً وهى قد تسمى escallops وهى أعضاء في Pectinidae (الجدول ٥). وهى بجانب صيدها فإنها تزرع خاصة في اليابان.

المناولة والإستخدام والتخزين

تباع إما كاملة في الصدفة طازجة أو مجمدة أو تزال الصدفة وفى هذه الحالة العضلة المقرِّبة adductor مع أو بدون المنسل أو البطارخ (الصورة ١) تفصل من باقى الأمعاء لتقدم طازجة أو مجمدة والأنواع الكبيرة تعامل باليد لفصل الصدف

بواسطة سكينة حادة ثم تفصل الأمعاء من العضل والذى يترك مع أو بدون البطارخ. والأصناف الصغيرة قد تعامل بالمثل إذا أريد البطارخ ولكنها عادة تعامل بالمكن وهذا يتضمن فصل العضل بالوضع فى ماء ساخن وهذا يمسخ الإتصال ثم تفصل محتويات الصدفة عن الصدفة بغربال والعضلة المُقَّربة تنظف من الأمعاء بما فيها البطارخ بمكن. ومعظم الاسقلوب المنزوع الصدفة يقدم مجمداً.

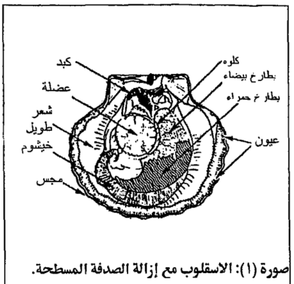
الجدول (٥): بعض أنواع الاسقلوب الهام تجارياً.

النوع	الإسم العام
Pecten maximus	الاسقلوب ، الأسقلوب الكبير، كوكى سان جاك coquilles St. Jacques
Pecten yessoensis	الاسقلوب العام
Pecten أو *Placopecten magellenicus*	اسقلوب البحر
Pecten jacobaeus	الاسقلوب الكبير
Aequipecten gibbus	اسقلوب كاليكو calico scallop
Chlamys opercularis	اسقلوب الملكة
Argopecten inadians	اسقلوب الخُليج bay scallop

واللحم المعامل باليد يمتص كمية كبيرة من مياه المعاملة وهناك فرصة للغش أثناء المعاملة ولذا يقاس محتوى الرطوبة والبروتين ويعبر عنها بنسبة محتوى رطوبة/بروتين والتى يجب ألا تزيد عن ٥.

بطنى الأقدام Gastropoda

بطنى الأقدام gastropods المهمة تجارياً تشمل أذن البحر abalones ومحارة الأذن conchs والبترونات winkles والتى تتغذى بالرعى والولْك whelks وهى آكلة لحوم.



صورة (١): الاسقلوب مع إزالة الصدفة المسطحة.

أذن البحر abalone

أذن البحر أعضاء فى Haliotidae وتوجد على الشواطىء الصخرية (الجدول ٦).
وهى بجانب صيدها تزرع فى اليابان حيث تنمو فى شباك إسطوانية معلقة فى خشب.

جدول (٦): أذن البحر المهمة تجارياً.

النوع	الإسم العام
Haliotis refescens	أذن البحر الأحمر
Haliotis corrugata	أذن البحر الوردى
Haliotis gigantea	
Haliotis tuberculata	أورمر Ormer
Haliotis australis	القدم الأصفر بوا yellow foot paua
Notohaliotis ruber	أذن البحر الأحمر
Schismotis laevigata	أذن البحر الأبيض

المناولة والإستخدام والتخزين

بينما يباع الصيد كاملاً طازجاً أو مجمداً فهناك مصانع له فعندما يصل إلى الشاطئ يزال الحيوان من الصدفة باليد ويفصل القدم اللحمي المأكلة والعضل من الأمعاء وبعد التشذيب يبقى حوالي ٣/١ وزن الصدفة الذى يباع إما طازجاً أو مجمداً أو يعامل بقطعه إلى شرائح ١سم فى السمك - لأنه جَشِب جداً - ثم يطرى بالضرب. وطريقة معاملته هى قطعه أو خرمه ثم يوضع فى قالب ٨ سم فى القطر وهذه تجمد والناتج المجمد الاسطوانى يقطع إلى شرائح حوالى ١ سم فى السمك. وهذه الشرائح تعامل بالعجين أو الخبز (البقسماط) لتقديمها فى حالة مجمدة أو كعصى. كما أنه يجفف شمسياً أو فى مجفف وهذا قد يطحن إلى مسحوق لإستخدامه فى الشوربة أو الشودر كما أنه يعلب فى مأج.

محارة الأذن conchs

أهم الأنواع *Strombus gigas* والذى قد يصل إلى ٣٥٠مم واللحم يستخرج باليد ويستخدم محلياً فى عدة أشياء إما مباشرة أو فى تحضير الشوربة والشودر. والصدف - وهى جذابة - تستخدم فى الذكرى.

البرونق periwinkles

البرونق العام الهام *Littorina lithorea* قد يختلط مع أذن البحر مع أنه أصغر كثيراً وطوله لايزيد عن ٢٠ مم. وهو قوى ويمكن الإحتفاظ به حياً لعدة أسابيع فى تنكات قبل بيعه حياً ولو أنه أحياناً يطبخ.

أيولك whelk

هذا الإسم العام يستخدم عالمياً لعدة رخويات ولكنه عادة فى أوروبا يستخـــدم لـ *Buccium undatum* وهو كآكل اللحوم يصاد بالطعم فى المياه الشاطئية ويسوق طازجاً أو مطبوخاً فى الصدفة واللحم الذى يستخلص قد يجمد ولحمه من السمك الكبير جشب جداً ولذا فإن السمك المتوسط مطلوب. وهو يطبخ بالمعاملة بالبخار ثم يسحق ميكانيكياً ثم يفصل اللحم من الصدف بإستخدام التعويم فى مأج قبل تجميده وتعبئته. وقد يدخن أو يعلب أو يقدم فى خل.

التكوين الكيماوى والغذائى

الجدول (٧) يعطى هذا التكوين. وتكوين هذه الرخويات لايختلف كثيراً مثل القشريات ولكنها تختلف بإختلاف الموسم ومع دورة التكاثر.

رأسى الأرجل Cephalopods

هى من شعبة phylum Mollusca وطائفة Cephalopoda class والهام لغذاء الإنسان منها الـ Coleoidea وتحت طائفة Nautilvidea تحتوى على عدد صغير من الأنواع كلها فى جنس *Nautilus*. والـ Coleoidea تحتوى على ثلاث رتب Sepioidae (الحبار/الصبيد cuttlefish) و Teuthoidea (الحبار/السبيد) والـ Octopoda (الأخطبوط oclopi).

جدول (٧): التكوين التقريبى ومحتوى الفيتامينات فى كل ١٠٠ جم من الرخويات.

النوع	رطوبة جم	بروتين جم	دهن جم	رماد جم	كربوايدرات جم	طاقة كيلوجول	فيتامين أ وحدة دولية	ثيامين ميكروجرام	ريبوفلافين ميكروجرام	حمض نيكوتينيك مجم	حمض اسكوربيك مجم	فيتامين ب١٢ ميكروجرام
أذن البحر abalone *Haliotis gigantea* عضل خام	٧٨,٣ ٨٢,٣–٧٥,٧	١٥,٢ ٢٠,١–١٠,٤	٠,٤ ٠,٥–٠,٢	١,٤ ١,٦–١,٠	صفر	٣٦٩		٢٤٠	٦٠	١,٦		٠,٧٣
بطلينوس clam *Mya arenaria* كامل خام	٨٤,٦ ٨٥,٥–٨٣,٣	١٠,٧ ١٢,٥–٩,٥	١,٢ ١,٤–١,٣	١,٤ ١,٧–١,٢	٢,١	٣٦٠	٣٠٠	١٠,٩ ٧٩,٠–٠,٨	١٣٦ ٢٤٣–٩٥	١,٧٥ ٢,٥٣–١,١٣		٨٥,٥١ ١٠٩–٧,١
الكوكل cockle *Cardium edule* كامل خام	٨١,٤ ٩٢,٠–٧٣,٤	١٠,٦ ١٤,١–٩,٢	١,٠ ٢,٧–٠,٦	٢,٦ ٣,١–٢,١	٤,٤	٢٩٠		٦٩ [أ]	١٥٦ [أ]			
بلح البحر mussel *Mytilus edulis* كامل خام	٨٠,٠ ٩٠,٤–٧٦,٢	١١,٦ ١٥,٤–٩,٩	١,٧ ٣,١–١,٢	٢,٢ ٣,٢–١,٤	٤,٥	٣٣٦		١٦٢	٢١٢ ٢٤٩–١٧٥			١٢,٠
المحار oyster *Ostrea edulis* كامل خام	٨١,٠ ٨٢,٧–٧٩,٣	١٠,٣ ١٠,٧–٩,٦	١,٦ ١,٨–١,٣	٢,٢ ٣,٣–١,٤	٤,٩	٣١٥					٣,٠	٤,٨
الاسقلوب scallop *Pecten maximus* العضل خام	٧٧,٣ ٨٠,٧–٧٢,٥	١٦,٢ ١٨,٠–١٢,٥	٠,٨	١,٥ ١,٩–١,٣	٤,٢	٣٧٤	٥٠ [ب]	٧٠ [ب]	١٩٠ [ب]	٢,٣ [ب]	٢,٠	

أ: البيانات لـ *Cardium corbis* ب: البيانات لـ *Pecten yessoensis*

الحبار/الصيد cuttlefish (Sepioidea)

الحبار الكبير (أساساً Sepia) والصغير (Sepiodidea) يصاد فى المياه الشاطئية للمناطق المعتدلة والإستوائية كصيد ثانوى لأسماك أخرى ولكنها قد تصاد بالترولات trawls وأنواع الشبك الأخرى والتقاط المحار dredges والسلال والجيغة jigs. وأهم الأنواع التى تصطاد *Sepia officionallis* و *Sepia pharoensis* و *Sepiella inesmis* و *Sepiella japonica* والصغيرة *Sepiola sondeleto* وتؤكل فى بلاد البحر الأبيض المتوسط. وفى الأنواع الكبيرة يؤكل المعطف العضلى والمجسات ولكن أحياناً تؤكل كاملة أو تجمد وفى اليابان تؤكل خام أو مقطعة إلى شرائح (ساشيمى) والبيض تؤكل مجففاً (سورومى).

الحبار/السيد squids (Teuthiodea)

هناك ٢ تحت رتبة suborder للحبار: Myopsida تعيش فى المياه الضحلة، Oegopsida تعيش فى المياه العميقة.

والحبار Myopsida الذى يؤكل منه ينتمى إلى فصيلة/عائلة Loliginidae ومعظمه من الحجم الكبير من جنس *Loligo* ومن أهم الأسماك *L. bleekerin* (بحر اليابان)، *L. chinensis* (من الصين إلى شرق استراليا) ، *L. duvauceli* (وتوجد فى المياه الساحلية لآسيا وشمال أفريقيا) ، *L. edulis* (من الصين إلى شمال استراليا) ، *L. forbesi* (وتوجد من السويد إلى البحر الأبيض والأحمر وجنوب شرق أفريقيا) ، *L.. gahi* (فى جنوب أمريكا وجزر فولكلاند)، *L. japonica* (فى اليابان والصين)، *L. opalescens* (فى شاطىء الباسيفيكى)، *L. pealii* (فى نيوفوندلاند بشمال البرازيل)، *L. reynaudi* (فى جنوب أفريقيا)، *L. vulgaris* (ويوجد فى شمال أوروبا إلى أفريقيا الجنوبية والبحر الأبيض المتوسط) ، *Sepioteunthis lessoniana* (البحر الأحمر إلى اليابان وأستراليا) ، *Alloteuthis media* (من المملكة المتحدة إلى أفريقيا الشمالية والبحر الأبيض المتوسط) وهى تصطاد بالشبك وفى المساء بالضوء.

"والحبار" المحيطى oegopsid يكون أكثر من نصف رأسى الأرجل cephalopod وتوجد فى الأعماق. والمستغل منها ينتمى إلى أربع فصائل/عائلات families:

١- Enoploteuthidae:

Watasenia scintillans

٢- Onychoteuthidae:

Onychoteuthis borealijaponica

٣- Gonatidae: *Berryteuthin magister*

٤- Ommastrephidae:

Illex argentimus (جنوب شرق أمريكا الجنوبية وجزر فولكلاند) ، *I. coindettii* (شرق الأطلنطى والسويد إلى أفريقيا الجنوبية والبحر الأبيض المتوسط) و *I. illecebrosus* (شمال الأطلنطى)، *Todaropsis eblanae* (أوروبا وأفريقيا وآسيا إلى أستراليا والبحر الأبيض المتوسط وشمال غرب أفريقيا)، *Todarodes pacitius* (شمال الباسيفيكى والصين إلى ألاسكا)، *Todarodes sagittatus* (الجزء الشرقى من الأطلنطى

والبحر الأبيض المتوسط والمحيط المتجمد الشمالى)، Notolodarus gouldi (استراليا)، Ommastrephes، (نيوزيلندا) N. sloani bartrami (شمال وجنوب الباسيفيكى)، Dosidius gigas (شرق الباسيفيكى وشيلى إلى المكسيك).

ويصاد "الحبار" بواسطة سفن خاصة مجهزة بالجيغة فيجذب الحبار إلى السطح فى الليل بإستخدام ضوء براق ويمسك على خطاف متصل بشرك والعملية كلها من المسك وإزالة الخطاف والمعاملة والتجميد آلية. ويباع طازجاً (ساشيمى) ومطبوخاً ومعاملاً (ساليكا saliika) ومجففاً (سورومى surume) ومعلباً ومجمداً.

الأخطبوط (Octopoda) octopi

الأخطبوط من تحت رتبة suborder (Incirrata) هو الذى يصاد تجارياً. ومنه Octopodidae وهو الهام فقط من الفصائل/ العائلات الثمان ومنه الأجناس Octopus briareus، O. conispadiceus، O. cyaneus، O. dofleini، O. globosus، O. maya، O. membranaceus، O. variabilis، O. vulgaris (من أوروبا لأفريقيا بما فيا البحر الأبيض المتوسط والبحر الأحمر وآسيا حتى اليابان ومن غرب الأطلنطى من الولايات المتحدة حتى البرازيل) ويباع فى اليابان طازجاً أو مجمداً أو مجففاً و/أو مملحاً.

بَرْنَقيل barnacles
(Crustacea, Cirropedia)

Pollicepes pollicepes يأكله أهل الباسك فى أسبانيا والـ *Megabalanus* spp. يؤكل فى شيلى حيث يأكلون *M. psittacus* وفى الازور يأكلون *M. tintabulum*، *Mytella mytella* فى اليابان.

رئة البحر/قنديل البحر (السمك الهلامى (Scyphozoa) (jellyfish

ومنها *Rhopilama esculenta* تستهلك طازجة فى خل أو مايشبهه فى اليابان.

الأنيمون sea anemones (Anthozoa)

ومنها *Actinia equina* وتؤكل محمرة.

الزقيات tunicates (Urochordata، Ascidiacea)

يأكل اليابانيون *Halocynthis roretzi*، والفرنسيون *H. aurantium* *Microcosmus claudicans* وهى جميعاً من فصيلة/عائلة Cynthiidea.

قنفذ البحر sea urchins وخيار البحر sea cucumber (Echinodermata)

نوعان يؤكلان فى بعض بلاد حوض البحر الأبيض المتوسط *Paracentrotus lividus*، *Echinus esculentus* وكذلك تؤكل فى إيرلندا وفى اليابان وأحياناً تؤكل البطارخ خام. ومن خيار

البحر *Stichopus japonicus* وهو نوع كبير جداً أسود يؤكل في اليابان.

ديدان الشعر الخشن bristle worms (Polychaeta)

تتجمع للتكاثر على سطح البحر ويؤكل منها *Eunice* ، *Lysidice oele* ، *Eunice viridis* *Tyslorrhynchus* ، *schemacephala* .*heterochaetus*

إحتمالات الإستغلال

تمثل رأسي الأرجل ٢ - ٣٪ تقريباً من الممسوك من السمك سنوياً. وحيث أن الحبار له نسيج عظمي صغير ومعظمه فضلات فإذا قورن بالأسماك الأخرى فإن نسبة كبيرة منه تؤكل كما أنه يعمل منه جريش. ومما يمكن صيده الـ *Mesonychoteuthus hamiltoni* والذي يبلغ ١٥٠ كجم فإن من الانتاركينا (القطب الجنوبي) ولحمه يعتبر ممتازاً في الجودة والنكهة. وكذلك *Architeuthis* (Architeuthidae) ويوجد بالقرب من القطبين والواحد منها يزن ١٠٠٠ كجم.

"والحبار" موجود في جميع المياه خاصة القطبية بكميات كبيرة فيجب إستغلاله. (Macrae)

خواص القشريات

Characteristics of Crustacea

تتشارك القشريات في عدة خواص منها تماثل الجانبين bileteral symmetry وتقسيم الجسم body segmentation وإمتلاكها لهيكل خارجي جيد التطور well-developed exoskeleton مع مجموعات أخرى من الشعبة Phylum (Anthropoda) ولكن يمكن تفريقها عند مستوى تحت شعبة عن Chelicesiformes (العقارب والعناكب ..الخ) وعن Trilibitomorpha (أحفور الثلاثي الفصوص fossil trilobites) والـ Uniramia (الحشرات وكثيرات الأرجل myriapods) بالخواص الآتية:

١- الملاحق وحيدة أو مزدوجة التشعب.

٢- الدماغ ثلاثي (مع مخ ثنائي).

٣- الجسم مقسم إلى رأس cephalon وجذع trunk وفيما بعد مقسم إلى الصدر thorax والبطن abdomen.

٤- هناك خمسة ملاحق رأسية cephalic: ماقبل الفم preoral الزباني الأول first antennae وأربع ملاحق مابعد الفم - الزباني الثاني (والذي يهاجر إلى ماقبل الفم في البالغين) الفكوك السفلى mandibles والـ maxillules والفكوك الأعلا maxillae.

٥- الفك ينشأ من قاعدة الوصل limb؛ والقدم الداخلية endopod والقدم الخارجية exopod مختزلة في البالغين.

وهناك على الأقل ٣٩٠٠٠ نوعاً تتراوح في الحجم من أقل من ١مم في الطول إلى بطلينوس العنكبوت spider crab وتمتد أرجلها ٤ متر وهذه مقسمة إلى ٦ طوائف class و٣٩ رتبة order ومعظمها بحري ولكن توجد في المياه العذبة والأرض. والأشكال التي تستعمل تجارياً هي السرطان crabs والكركند lobster والجمبري shrimp. ومجدافي الأرجل copepods العوالقية

(١٠٠٠٠ نوعاً) والـ Cladocera (٤٥٠ نوعاً) والـ Ostracoda العوالقية (٥٠٠٠ نوعاً) وذات العمق الـ Amphipoda (مزدوج الأرجل) والـ Isopoda (متساوية الأرجل) (١٠٠٠٠ نوعاً) تكون وصلة في شبكة الغذاء food web ولكنها لاتصاد. ولكن المشكلة مع الـ euphausiids (الكريل krill) والتي تلعب دوراً هاماً في شبكة الغذاء لكثير من الحيتان في المحيط الأنتاركيتي Antarctic والتي تصاد الآن كغذاء للإنسان والحيوان.

التقسيم taxonomy

الجدول (١) يعطي تقسيماً للشعبة phylum وتحت الشعبة وفوق الطائفة superclass التي تستخدم في تغذية الإنسان تبعاً لبينانت Pennant سنة ١٧٧١م.

معظم القشريات المأكلة توجد في رتبة order عشاري الأرجل Decapoda والتي تحتوي ١٠٠٠٠ نوعاً ووجود خياشيم متفرعة والإخصاب الخارجي وإطلاق البيض في البحر يفصل الجمبري penacid والـ sergestid عن بقية الـ Decapoda عشاري الأرجل.

والـ Pleocyemeta لها خيوط خياشيم غير متفرعة وتحضن بعضها والذي يفقس في طور لاحق عن النبليوس nauplius والتي تنتج بالفقس بواسطة Dendrobranchiata وهذه المجموعة تحتوي معظم الجمبري وبرغوث البحر prawns (المصطلحان يستويان الآن). وجراد السمك والكركند والكركند الجثوم squat lobster والسرطان والجمبري caridean (*Macrobranchium* , *Palaemon*) لها خياشيم مفلطحة تفصلها عن Astacidea الأكبر والأقوى (والتي لها خيوط خياشيم أنبوبية غير متفرعة).

جدول (١)

❖ طائفة Maxillopoda	
• تحت طائفة Cirripedia	بارناكل مثل:
رتبة Thoracica	*Pollicipes*
• تحت طائفة Copepoda	مجدافي الأرجل مثل:
رتبة Calanoida	*Calanus plumchrus*
❖ طائفة Malacostraca	
• تحت طائفة Hoplocardia	جمبري منتيس
رتبة Stomatopoda	*Squilla mantis*
• تحت طائفة Eumalacostraca	
فوق رتبة Peracarida	جمبري بوسم
رتبة Mysidacea	*Neomysis intermedia*
فوق رتبة Eucarida	
رتبة Euphausiacea	كريل مثل:
	Euphausia superba
رتبة Decapoda	
تحت رتبة Dendrobranchiata	جمبري بنييد وسرجيستد مثل: *Sergestes* و *Penaeus*
تحت رتبة Pleocyemata	
تحت تحت رتبة Caridea	كاريديا وبروكاريديا - جمبري مثل: *Palaemon* و *Macrobrachium*
تحت تحت رتبة Astacidea	جراد البحر وكركند المخلب مثل: *Astacus* و *Homarus* و *Nephrops*
تحت تحت رتبة Palinura	كركند بالينوريد وشوكي وخفي مثل: *Panulirus* و *Palinurus* و *Scyllarides* و *Thenus*
تحت تحت رتبة Anomura	سرطان جالاثيد/سلطعون وسرطان الملك مثل: *Paralithodes* و *Pleuroncodes*
تحت تحت رتبة Brachyura	سرطان مثل: *Cancer* و *Scylla* و *Callinectes* و *Maia*

وكل جراد بحر المياه العذبة (Astacidea) والكركند البحرية (*Homarus & Nephrops*) لها مخالب كبيرة جداً على الزوج الأول من أرجل المشى تميزها عن Palinura (الكركند الشوكى والخُفِى) والتى لها تركيبات خياشيم مماثلة ولكن ينقصها المخالب الكبيرة. وهذه المجموعة البحرية تميل إلى أن تكون متحركة ولها بطن مفلطح وذيل مروحة كبير يستخدم فى العوم.

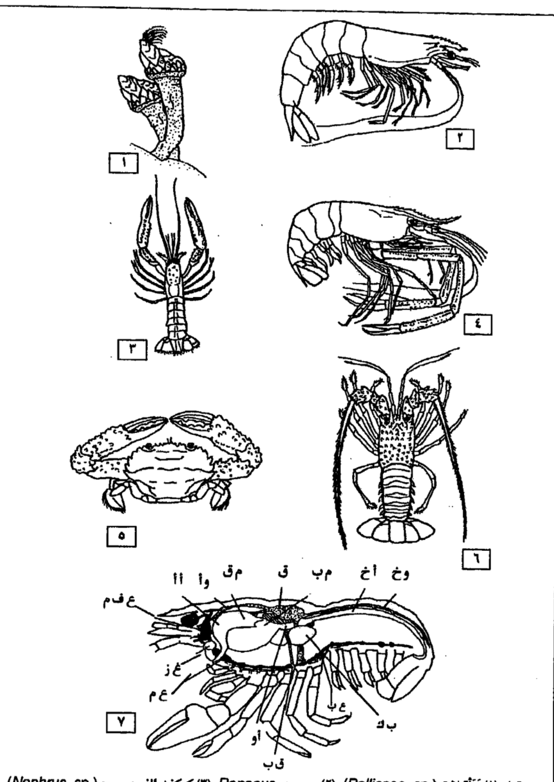
والـ Anomura تحتوى أشكالاً فيها البطن إما طرية وملووحة بتماثل لتناسب الصدف القدمى المعدى أو ملتوية تحت الصدر الرأسى كما فى كركند الـ galatheid. وسرطان جوز الهند (*Birgus*) والحجرى lithodids تمثل مجموعات متطرفة وفيها البطن غير المتماثلة منطبقة إلى تحت الصدر معطية شكل السرطان الحقيقى أو Brachyura. وهذه المجموعة الأخيرة متميزة بالإمتداد الجانبى للصدر الرأسى وباختزال البطن ليكون مصراعاً متماثلاً وينقصه ذات البطن المسطح uropods والتى هى ملتوية تحت الصدر.

تركيب القشريات ووظيفتها
crustacean structure & function

لأنها مجموعة مائية فإن القشريات استغلت الهيكل الخارجى من الكيتين المفصلى تماماً بدون حدود الوزن التى يحدها مثل هذا النظام على الأرض فإن التحام الرأس مع واحد إلى ثلاثة من الأقسام الصدرية ليكون غطاء خام والذى كثيراً مايتقدم إلى الأمام على شكل منقار rostrum وخلفياً لحماية الصدر الرأسى والبطن يحتفظ بالمرونة عن طريق مفاصل دائرية طرية بين كل قسم. وحتى البَرنْقيل (الصورة ١) تحتفظ بمعظم هذه الخصائص ولو أنها محورة نظراً لسكونها. وكل قسم يحمل زوجاً من ملاحق المفاصل الأمامية. وزوجا الإستشعار المزدوجين كثيراً ما تطولا وتتحركان وتحمل جمالات aesthetascs والتى هى شعور حساسة كيماوية. وملاحق الرأس الأخرى تكون أجزاء الفم وتختص بالتغذية وتشمل فكوكاً mandibles و maxillules والفك العلوى maxillae وفى malacostracans يوجد واحد من ٣ أزواج مباشرة خلف الفك العلوى maxillipeds.

وبقية الملاحق الصدرية محورة إلى pereopods متخصصة للمشى والعوم والتنفس والتغذية أو الدفاع. والأقسام البطنية (pleonites) تحمل ذراعين مما يساعد على العوم biramvus pleopods وملاحق مثل المجاذيف تستخدم فى القشرى الرخو malacostracans. وفى هذه المجموعة فإن الفلقة النهائية التى تحمل الشرج تشكل الحلقة الأخيرة المفلطحة والزوج الأخير من الملاحق البطنية محور ليكون الطرف البطنى uropods وهى مع الحلقة الأخيرة تكون ذيل مروحة يستخدم فى العوم.

والأمعاء مقسمة إلى قسم أمامى مبطن بالكيتين وقسم خلفى وقسم متوسط مبطن بالأديم الباطن. والأمعاء الأمامية المرئ تؤدى إلى المعدة وهى كثيراً ماتكون مقسمة إلى مناطق قلبية وبوابية pyloric فى القشرى الرخو malacortracans. والأمعاء الوسطى تكون أمعاء من أطوال مختلفة وتحمل الأعور الهاضم أو بنكرياس الكبد



صورة ١: (١) بَرْنقيلات (.Pollicpes sp). (٢) جمبرى Penaeus. (٣) كركند النرويــــج (.Nephrus sp). (٤) جمبرى كاريديان (.Macrobracium sp). (٥) السرطان العائم (.Charybdis sp). (٦) الكركند الشائك (.Panuliris sp). (٧) جراد بحر المياه العذبة (.Astacus sp): أأ: أمعاء أمامية، وأ: أورطى أمامية، م ق: معدة قلبية، ق: قلب، م ب: معدة بيلورية، أ خ: أمعاء خلفية، و خ: أورطى خلفيـة، ب ك: بنكرياس كبدى، ع ب: حبل عصبى بطنى، ق ب: قناة البيض، أو: أمعاء وسطى، ع م: عقدة تحت المرىء، ع ف م: عقدة فوق المـــــرىء، غ ز: غدة الزبانى (قرين الاستشعار).

وتفرغ فى الغرفة البوابية للمعدة. والأمعاء الخلفية قصيرة وماصة وتؤدى إلى الشرج. وفى البطلينوس والكركند تقوم أسنان متصلبة sclerotized جداً تكون طاحونة معدنية طاحنة بالكسر الميكانيكى للأغذية فى الغرف المعدية للمعدة. وفى الجمبرى فإن هذا التركيب قد يكون غائباً ويحدث التكسير بواسطة الإنزيمات التى يفرزها البنكرياس الكبدى ونواتج الهضم تمتص بواسطة خلايا فى أنبوبيات بنكرياس الكبد أو خلايا مبطنة لجذع للأمعاء الوسطى حيث يحدث هضم داخل الخلايا. وفى بعض المجموعات فإن المواد البرازية المنبوذة تغلف فى غشاء محاط peritrophic.

والجهاز الدورانى circulatory يتكون من قلب ظهرى عضلى به ثغور لسحب الدم من فجوة تحت القلب pericardial وفى القشرى الرخو malacostracans المتقدمة القلب له عدة سلاسل من أوعية تضمن أن الدم ينساب من أعضاء الجسم وإلى الخياشيم (الصورة ١). ويعود الدم من خلال جوف دموى haemocoel ولو أن القشريات النشطة قد يكون لها نظام وريدى بسيط لعودة الدم إلى فجوة ماقبل القلب. وتبادل الغازات فى القشريات المتقدمة يتم خلال خياشيم والتى تنشأ كأفرع من الأطراف الصدرية. والخياشيم محورة بطرق مختلفة لتكون مساحة سطح كبيرة من بشرة منفذة رفيعة وتحمى فى عشارى الأرجل decapods بدرع قرنى فى الغرف الخياشيمية والتى من خلالها تمر تيارات الماء المهَّوية.

والإفرازات فى شكل أمونيا والتى تفرز خلال سطح الخياشيم من خلال كلى أو غدد إستشعارية وهذه الغدد نشطة أيضاً فى تنظيم التناضح وكذلك سطح الخياشيم والبشرة القرنية للقشريات منفذة وتضع حدوداً على التنظيم الأيونى ولذا فإن قليلاً من القشريات توجد بعيدة عن الماء.

ومخ القشريات يتكون من ثلاث عقد ملحومة. إثنتان ظهريتان فوق المرىء وثالثة تكون زوجين يمتدان حول المرىء إلى عقدة تحت المرئ ومرتبطة بحبل عصبى بطنى.

والنظام الحسى متقدم بالرغم من الهيكل الخارجى ويأخذ شكل هُلب/شعرة قاسية عصبية تستجيب للمس أو التيارات بينما غيرها يحدد الكيماويات أو المتدرجات فى الجاذبات الآتية من الطعام.

والقشريات مهيئة لتحديد الضوء والمستقبلات الضوئية تمتد من عين النيلوس اليرقى البسيط والذى يستجيب لإتجاه الضوء وشدته إلى العيون الساقية المتعددة الموجودة فى عشارى الأرجل decapods وهى تستطيع أن تميز الأشكال والنماذج والحركة وبعضها يستطيع تمييز الألوان.

والأجناس منفصلة فى معظم القشريات وقد تقلب الجنس من ذكر إلى أنثى. والغدد التناسلية تركيبات مزدوجة والحيوان المنوى يوضع مباشرة فى قناة المبيض أو فى مستقبل للمنى حيث يخزن لبعض الوقت. والقشريات قد تحضن البيض المخصب فى كيس خارجى عادة وقليلاً ماتطلقه فى البحر.

وبيض القشريات يفقس إلى يرقات عوالقية ولو أنها تقع فى Mysidacea ، Amphipoda ، Isopoda و Astacidea المياه العذبة حيث يحدث تطور مباشر وأبسط يرقة هى يرقة النبلوس

nauplius. وأطوار اليرقات تختلف وكذلك مدته فمن ١٢ طور ممتدة على ١٣ يــوماً للـ penaeids لـ ٤ أطــوار علــى ١٥ يومــاً للكركنــد هومــاريد homarid lobster بينما الحيــاه العوالقيــة للـــ palinurids قد تمتد إلى ١٢ شهراً.

والجدول (٢) يعطى تكوين القشريات وهى غنية فى ن-٣ أحماض دهنية غير مشبعة وتحتوى مستويات متوسطة من الكولسترول ومنخفضة فـى الدهـون المشبعة.

جدول (٢): تكوين القشريات التجارية (كل الأرقام كل ١٠٠ جم من المادة الخام فيماعدا الـ Homarus فقد غليت).

	طاقة كيلوجول	كربوايدرات جم	بروتين جم	دهن كلى جم	أحماض دهنية				كوليسترول مجم
					مشبعة جم	وحيدة عدم التشبع جم	عديدة عدم التشبع جم	ن-٣ جم	
سرطان مختلط	٧٤-٩٥	صفر-٢,٢	١٥-١٨	٠,٨-١,٩	٠,١٦-٠,١٧	٠,٢٢	٠,٤-٠,٥	٠,٣٨-٠,٤٤	٦٠-٧٨
جمبرى panacid	٨٧-١٠٠	صفر-٢,٧	١٧-٢٢	٠,٤-٠,٨	٠,١١-٠,٢	٠,٠٥-٠,١٥	٠,٠٩-٠,٤٩	٠,٠٧-٠,٣٤	٩٦
كركند panulirid	١٠٠	١,٧	١٩,٢	١,٢	٠,١٤	٠,١٤	٠,٥٩	٠,٢٧	١٠٦
كركند homarid	٩٣	٥,٤	٢٠,٥	٠,٦	٠,٠٨	٠,١٣	٠,٠٧	٠,٠٦	٧٢

المواطن والتوزيع (جدول ٣)

بجــــانب الــــ copepods ، mysids والـــــ euphausiids والـ sergestids والتى تصاد أصلاً فى المياه الباردة فـإن معظـم القشريات الأخـرى تصاد قرب الشواطىء فى المياه الضحلة.

فالجمبرى الـ penaeid الذى يزداد صيده يوجد فـى الميـاه الدافئـة ولذلـك الـ mangals (فـى المصبات) وهـو يحفر فى الرمل والطين. وبالعكس فإن الجمبرى caridean وهو ينمو - فى الصيد - ببطء يتمركز فى المنطقة الشمالية حيث يكـون الـ pandalids فى المياه الضحلة معظم الصيد.

والكركند بطىء النمو hamarid (فى الصيد) لـه توزيع بارد إلى دافــىء ويحـل محـل فــى البحـار الدافئـة الكركنــد الـ panulirid والـ scyllarid.

كذلك كان صيد السرطان أكـثر إنتاجـاً مـن نـوع سرطان الملك (*Paralithodes*) وسـرطان الثلـج (*Chionecetes*) (snow crabs) من شمـــــال الباســيفيك وألاســكا. ولكــن الســرطان الأزرق (*Callinectes*) مـن غـرب الأطلنطـى قـد أعطـى مؤخـراً أكـبر إنتـاج. ولـو أن الكركنـد والسـرطان يظهران تفضيلا للمواطـن الصخرية فإن *Cancer* و *Homarus* يحفران فى المناطق الطرية.

وكثير من مجموعات القشريات غزت المياه العذبة ولكـــــن جمـــــبرى caridean خاصــــــة *Macrobrachium* وجراد السمك وصلت لأحجام للصيد كبيرة ومجاميع جراد السمك الأوربية نقصت بسبب المرض ولكـن تقديـم أنـواع جديـدة حـل الموضوع خاصة فى أفريقيا وجنوب أوروبا.
(Macrae)

جدول (٣): مواطن وتوزيع القشريات التي يستخدمها الإنسان في التغذية.

المجموعة	الوسط	التوزيع
	بحريـــــة	
Copepods	أوقيانوسي (قرب السطح أو الأعماق القريبة)	النرويج، كندا، اليابان
Cirripedes	صخرية، شاطئية	البرتغال
Mysids	أوقيانوسية، شاطئية، مصبات	اليابان، جنوب شرق آسيا، الصين، كوريا
Euphausiids	أوقيانوسية، بعيدة عن الشاطيء	أنتاركيتا، كندا، النرويج، البحر الأبيض المتوسط
Sergestids	أوقيانوسية، شاطئية، مصبات	من الصين إلى الفلبين
جمبري Panacid ٦٠ نوعاً	الأعماق، مواد ناعمة وغنية مصبات	مابين ٤٠° شمالاً إلى ٤٠° جنوباً
Plesiopenaeus	الأعماق، مواد ناعمة، مياه عميقة	الأطلنطي، استراليا، أفريقيا الجنوبية
Pleoticus	مواد ناعمة، مياه عميقة	جنوب غربي الأطلنطي
جمبري Caridean		
Crangon	الأعماق، مواد ناعمة، شاطئية	أوروبا، روسيا، الجزائر
Pandalus	الأعماق، شاطئية إلى ١٥٠٠ متر	الباسيفيك الشمالي والأطلنطي
Palsemon	الأعماق، صخري، شاطئي	أوروبا، الجزائر
Stomatopoda	الأعماق، صخري، شاطئي	استوائي إلى البحر الأبيض المتوسط
Lobsters		
Homarus	الأعماق، صخري-طري، شاطئي إلى ٧٠٠ متر	شمال الأطلنطي، البحر الأبيض المتوسط
Nephrops	الأعماق، مواد ناعمة، ١٥-٨٠٠ متر	شمال غرب الأطلنطي، البحر الأبيض المتوسط
Syllaridae	الأعماق، صخري ناعم، شاطئي	البحر الأبيض المتوسط، اليابان، المحيط الهندي
Panulirids	الأعماق، صخري، شاطئي، ٧٠٠ متر	من ٣٠° شمالاً إلى ٥٠° جنوباً في جميع أنحاء العالم
Anomurans		
Calatheids	الأعماق، صخري، شاطئي	البحر الأبيض المتوسط، اليابان، غرب الولايات المتحدة
Lithodes	الأعماق، صخري ناعم، شاطئي	جنوب غرب الأطلنطي
Paralithodes	الأعماق، صخري ناعم، شاطئي	شمال غرب الباسيفيك
سرطان/سلطعون Crabs		
Chionecetes	الأعماق، صخري، شاطئي	شمال غرب الأطلنطي وشرق المتوسط،شمال غرب الباسيفيك
Maia	الأعماق، صخري، حشائش بحرية، شاطئي	البحر الأبيض المتوسط
Cancer	الأعماق، صخري ناعم، شاطئي	أفريقيا، البحر الأبيض،شمالي شرق ووسط الأطلنطي وشمال شرق وغرب الباسيفيك
Portunids	الأعماق، صخري ناعم، شاطئي	شمال شرق الأطلنطي، آسيا، غرب الباسيفيك
Scylla serratus	الأعماق مانجال mangal شاطئي	آسيا، الهند، وسط وغرب الباسيفيك
Geryon	الأعماق، صخري ناعم، ٣٠٠-١٥٠٠ متر	شمال غرب الأطلنطي
Callinectes	الأعماق، صخري ناعم، شاطئي	غرب وشمال غرب الأطلنطي
	مياه عذبـــة	
جمبري Caridean		
Macrobrachium	المصبات، الأنهار، الأعماق، مواد ناعمة	استوائي، قُدِمَ لجميع أنحاء العالم
Palaemonids	المصبات، الأنهار، البحيرات، ناعم، الأعماق	استوائي
Astacidea		
جراد السمك Crayfish	الأنهار، البحيرات، الجداول، صخري ناعم	معتدل إلى استوائي، جميع أنحاء العالم

القشريات الهامة تجارياً

Commercially important Crustacea

القشريات الهامة تجارياً هي عشاري الأرجل decapods وتشمل السرطان/سلطعون والكركند والجمبرى وبرغوث البحر prawns والأربيان crayfish وجراد البحر crawfish والكريل. والجمبرى وبرغوث البحر prawns تصاد وتزرع وكذلك الكركند يزرع منه *Homarus americanus* وكذلك يزرع الأربيان.

سرطان crabs

هناك ٢٠ نوعاً من السرطان وهي تختلف في خواصها الشكلية morphological وبذا تحتاج إلى طرق مناولة مختلفة كما وتعطي منتجات مختلفة (الجدول ١).

الجدول (١): بعض السرطان المهم تجارياً.

النوع	الإسم العام
Callinectes sapidus	السرطان الأزرق
Cancer magister	سرطان dungeness
Cancer pagurus	الأوروبي المآكل أو بني
Maia squinado	سرطان العنكبوت
Portunus أو *Liocarcinus puber*	السرطان العائم
Paralithodes camchaticus	السرطان الملك
Creyon quinoquedens	السرطان الأحمر
Chionoecetes tanneri	الدباغ أو سرطان الثلج أو الملكة

المناولة والإستخدام والتخزين

تتعقد مناقشة إستخدام السرطان بسبب الإختلاف في الأجزاء التي تؤكل. ففي بعض الأنواع يستهلك لحم العضل ولكن في بعض الأنواع بنكرياس الكبد (الكبد) والأعضاء التناسلية تستخدم. ففي *Cancer pagurus* السرطان الأوروبي المآكلة فإن لحم المخلب هو مايتم تمييزه بينما لحم الرجل والجسم تعتبر ثانوية وفي كثير من الأحيان ماترمي. بينما في *Callinectes sapidus* – السرطان الأزرق – المخالب أقل أهمية ولحم عضل الجسم هو الممتاز (الصورة ١).

والسرطان إما يباع حياً ليطبخ ويباع ولكن أحياناً ينقل بالمركب أو الطرق في عملية عرف بإسم فيفير "vivier" حيث يوضع في ماء بحر وكثيراً مايبرد ويهوى بحيث يمكن الإحتفاظ بالسرطان لعدة أيام قبل حفظه في تنكات على الشاطىء بالقرب من السوق.

وفي المصنع يسوق لحم السرطان طازجاً – مبرداً إلى ٣٠°م – أو مجمداً أو معلباً. ويلتقط اللحم بعد الطبخ إما باليد أو ميكانيكياً حيث يمكن الحصول على لحم مساو في الجودة لذلك الذي إلتقط باليد واللحم الأقل جودة يدخل في الشوربة والبانيه. وفي أوروبا يستخدمون *Cancer pagurus* في إستخلاص البنكرياس الكبدي باليد. ومعاملة السرطان صعبة وقد يحدث تلوث من كائنات حية وإذا لم يعامل فمن الممكن أن يتسبب في تسمم غذائي ولذا فإتباع الطرق الصحية وتنظيف المصنع ضروري.

الكركند lobsters

الكركند الهام تجارياً يتبع نوعين: الكركند الأوروبي *Homarus gammarus* والكركند الأمريكي

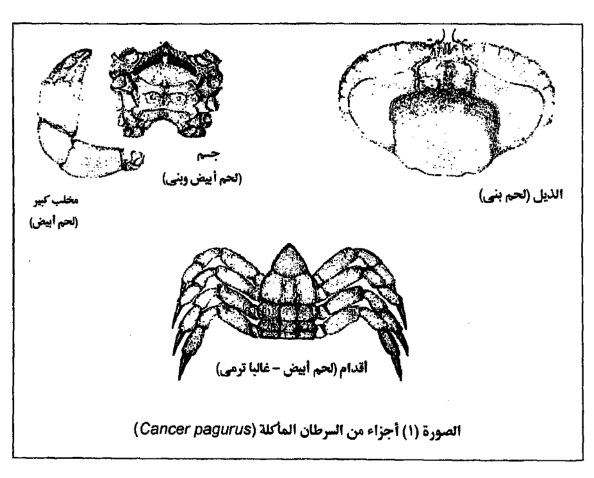
Homarus americanus ولكــن يجــب إضافة كركنـد النرويـــج أو برغـــوث البحــــــــر prawn (*Nephrops norvegicus*) وكذلـــــــك *Metanephrops* spp.

المناولة والإستخدام والتخزين

أهم الأجزاء المستخدمة هى لحم الذيل الأبيض ولحم المخلب الكبير والبنكرياس الكبـدى-غـدة التناسل (تومالى tomali) وهـو يباع حياً والحيوان يتحمـل لأنـه قـوى إذا قـورن بالسـرطان ويمكـن الإحتفاظ بها فى تنكات لمدة عدة أسابيع. ولكن هنـاك أيضاً سـوق للكركنـد المطبـوخ والـذى كثيراً مايباع مجمداً. وهـى كالسرطان لاتجمد خاماً لأن اللحـم يلتصـق بـالصدف ممـا ينتـج إتـاءاً منخفضـاً وجودة منخفضة كذلك.

وفى نوع *Nephrops* يستخدم لحم الذيل وكذلك البنكريـاس الكبـدى-غـدة التناسـل وكذلـك فـى الشوربة المعلبة ولايرسل لأماكن بعيدة لأنه أقل قوة عـن بقيـة الكركنـد وإلا اسـتخدمت طريقـة فيفـير vivier وهو يجمد كاملاً حيث يتجمد بكفاءة.

وفـى المملكــة المتحــدة اســتخدم أولاً الهــواء المضغوط لطرد لحم الذيل ثم استخدم الماء تحت ضغط. وترمى الرؤوس إن لم تكن قـد رميـت فـى البحـر قبل إزالـة لحـم الذيـل وقـد تجمـد. وقـد استخدمت طرق بثق لإعطاء قطع ذات حجم أكبر ثم تعمـل سـكامبى scampi بالمعاملـة بـالعجين أو البقسماط وقد تستخدم الفوسفات العديـدة. وهنـاك مايسمح بضبط جودة النـاتج بالنسبة للنسبة المئوية لغطاء العجين أو البقسماط ولتكوين المركز حيث قد يغش بإضافة الماء أو بروتينات أقل جودة.



الصورة (١) أجزاء من السرطان المأكلة (*Cancer pagurus*)

الجمبرى وبرغوث البحر shrimps & prawns

كثيراً ماتستعمل المصطلحات الجمبرى وبرغوث البحر على أنها واحد. ولكن فى المملكة المتحدة برغوث البحر يفرق بالحجم فيستعمل برغوث البحر للحيوانات الأكبر. وعموماً فإن برغوث البحر يشير إلى أعضاء فى الفصائل/العائلات Pandalidae ، Penaelda ، Palaemonidae والجمبرى يشير إلى أعضاء عائلة Crangonidae وإن كانت كلمة جمبرى قد تطلق على عائلات برغوث البحر (الجدول ٢).

المناولة والإستخدام والتخزين

فى المعاملة التجارية يستخدم لحم الذيل ولكن فى المنزل قد يستخدم البنكرياس الكبدى وأعضاء التناسل فى الأنواع الكبيرة. وقد يقدم برغوث البحر كاملاً إما مبرداً أو مجمداً أو مطهياً ولحم الذيل مقشوراً يطبخ أو طازجاً أو مجمداً أو معلباً. والـ *Pandalus borealis* إما أن يصل الأرض طازجاً أو مجمداً ثم يعامل ميكانيكياً حيث يطبخ ويقشر بواسطة أسطوانات تدور عكسياً ثم يدرج ثم يجمد فردياً ويعبأ. وهو يستخدم فى كوكتيل الجمبرى. والـ Crangon crangon يقدم فى

جدول (٢): بعض أنواع برغوث البحر والجمبرى الهام تجارياً.

النوع	الاسم العام	الوجود
برغوث البحر		
Pandalus borealis	برغوث بحر الماء البارد والأعماق	شاطئ الأطلنطى والباسيفيكى
Penaeus japonicus	برغوث بحر كوروما	البحر الأبيض والأطلنطى والباسيفيك الهندى
Penaeus monodon	برغوث بحر النمر الضخم	الباسيفيك الهندى
Panaeus esculentas	برغوث بحر النمر العام	الباسيفيك الهندى
Panaeus indicus	برغوث بحر الهندى	الباسيفيك الهندى
Penaeus merguiensis	برغوث بحر الموز	الباسيفيك الهندى
Macrobrachnium carcinus	برغوث بحر المياه العذبة	المياه العذبة (المصبات أطلنطى وباسيفيكى)
Palaemon serratus	برغوث بحر العام	الأطلنطى والبحر الأبيض المتوسط
الجمبرى		
Crangnon crangon أو *C. vulgaris*	جمبرى بنى	شمال شرقى الأطلنطى والبحر الأبيض المتوسط
Crangon septemspinosus	جمبرى الرمل	الأطلنطى (شمال أمريكا)
Crangon franciscorum و *C. nigricauda* و *C. nigromaculata*	جمبرى الخليج	الباسيفيك (شمال أمريكا)
Pandalus montagui	جمبرى وردى	شمال شرقى الأطلنطى والبحر الأبيض المتوسط

الزبد فيطبخ فى البحر ويصل إلى الأرض مقشـــراً. وعديد من الأنـواع الأكبر *Pandalid* و *Panaeid* تعامل بالمكن وهى تغطى بـالعجين أو البقسماط خاماً أو مطبوخـة لتقدم مجمـدة أو مـبردة ومـن الممكن تجفيفها وتدخينها وبسترتها وشبه محفوظة. وبراغيث البحر والجمبرى كثيراً ماتطبخ ولاتطبخ بعد ذلك بواسطة المستهلك النهائى ولذا فيمكن أن تسبب تسمماً فيجب مناولتها بعناية وتسمح بعض البلاد بإستخدام الإشعاع للجمبرى وبرغوث البحر فى جرعات للبسترة.

الأربيان وجراد البحر crayfish & crawfish

المصطلح crawfish يشير إلى أنواع بحرية تنتمى إلى الفصائل/العائلات *Palinurus* ، *Panulirus* ، *Jasus* وقـد تسـمى كركنـد وهـو يختلـط مـع الأربيـان crayfish والـذى يشـير إلى أنـواع ميـاه عذبة تنتمـى إلى فصـائل/عـائلات *Cambarus* ، *Astacus*. وأهـم أعضـاء هـذه المجموعـة جـراد البحر crawfish والذى يقسم فى كركنـد شـائك وكركند الصخور.

جدول (٣): بعض أنـواع جـراد البحـر crawfish الهامة تجارياً.

النوع	الإسم العام
الكركند الشائك	*Panulirus argus*
الكركند الشائك	*Panulirus regius*
الكركند الشائك	*Panulirus vulgaris*
كركند الصخور	*Jasus lalandii*
كركند الصخور الشائك	*Jasus edwardii*
كركند الصخر الشرقى	*Jasus verreauxi*

المناولة والإستخدام والتخزين

يقدم حياً إلى المستهلك وأيضـاً مطبوخـاً كـاملاً أو الذيـول، طازجـاً (مـبرداً) أو مجمـداً أو يـزال لحـم الذيل خاماً ويجمد للبيـع فيمـا بعـد والإزالـة مـن الصدفة يدوية.

أما الأربيان crayfish فهى أصغر ويقدم حياً طازجاً أو مجمداً عادة كاملاً.

كريل krill

المصطلح كريل يغطـى أنـواع قشريات كثيرة وكلها تشبه الجمبرى الصغير وهـى توجد فـى مياه الأقطـار الشمالية Arctic وفى القطب الجنوبى Antarctic. والأنـواع المهمـــــة *Meganyctiphanes norvegica* ، *inermis* ، *Thysadoessa* ، *Euphausia superba* (كريل القطب الجنوبى).

المناولة والإستخدام

يستخدم بمستوى محدد لغذاء الإنسان والحيـوان فيستخدم كما هو أو يعمل منه عجين أو مادة للبسط أو فـى الشـوربة. وله نكهة مشـابهة للجمـبرى وأهـم شـىء هـو إزالتـه مـن الصدفة فتستخدم اسـطوانات مشابهة لمـا يسـتخدم مـع الجمـبرى والنـاتج ٢٥٪. ومستوى الفلور قد يسبب بعض القلـق فـى منتجـات الكريل ولكن اسطوانات إزالة الصدف تعطـى نتـائج مرضية. وجريش الكريل مهم فـى تغذيـة الحيـوان والنـاتج ١٤ – ١٥٪ بـدلاً مـن النظـرى ٢٢ – ٢٣٪. والتكويـن الكيمـاوى للجريـش يختلـف مـابين إختلافـات فـى تركيـب الأصل وإختلافات ناتجـة عن المناولة. وهو يستخدم فى زراعة السالمـــون.

وتكوين الأحماض الأمينية مشابه لجريش الأسماك الأخرى خاصة الليسين.

التكوين الكيماوى والأهمية الغذائية

يعطى الجدول (٤) التكوين الكيماوى للقشريات ومحتوى الفيتامينات كلما أمكن. والقشريات تختلف كثيراً فى محتواها الكيماوى كنتيجة للنمو حيث تؤخذ الرطوبة لتمديد الصدفة الجديدة (الهيكل الخارجى) عندما يكون طرياً.

(Macrae)

تلوث وفساد الرخويات والقشريات
contamination & spoilage of molluscs & crustacea

عدد من أنواع الرخويات والقشريات يصاد سنوياً فالرخويات ذات الصمامين (البطلينوس والمحار وبلح البحر والأسقلوب) وأنواع من السرطان والجمبرى وبرغوث البحر prawn وجراد البحر/الأربيان crayfish والكركند مهمة فى كثير من البلاد وأنواع من بطنى الأقدام gastropod أى الولك whelk وأذن البحر abalone تعتبر من المرفهات delicacy.

وهذه الأغذية قابلة للفساد جداً فالمناولة المناسبة لمنع أو تأخير الفساد وإطالة عمر الرف ولمنع تشابك التلوث بواسطة الأحياء الممرضة ضرورى فإستخدام درجات الحرارة المنخفضة (تجميد – تبريد) والمعاملة الحرارية وطرق الحفظ الأخرى مثل التعليب تستخدم. فهذه الأغذية البحرية يمكن أن تتلوث زعافياً أو معدياً للإنسان بواحد أو أكثر من الطرق. فهى تستطيع أخذ الكائنات الدقيقة أو الزعاف والتى توجد طبيعياً فى البيئة المائية. وهى يمكن أن تتعرض لمجارى الإنسان أو براز الحيوان أو التلوث الكيماوى وأثناء المعاملة يمكن أن تتعرض للتلوث من بيئة المعاملة ومن الأجهزة ومن العمال وكذلك فى أثناء تحضير الغذاء فى أماكن تحضيره.

والأنواع لإستهلاك الإنسان تصطاد من مياه تعتبر غير ملوثة والزعاف والفيروسات المعوية والممرضات البكتيرية للإنسان هى الأسباب الرئيسية المسببة للمرض من هذه الأغذية البحرية.

والرخويات ذات الصمامين هى مغذيات مرشحة filter feeders تجمع البكتيريا والجسيمات الأخرى العالقة الموجودة فى المياه التى تنمو فيها وهذه الأنواع مقعدة sessile ولاتستطيع التحرك إلى مياه أنظف وكثير منها يستهلك طازجاً (على نصف الصدفة on the half-shell) فتمر الملوثات إلى المستهلك. بينما القشريات لاتستهلك عادة خاماً فصورة الكائنات الدقيقة تختلف جداً.

وقد إختلفت الطرق لتنقية الرخويات مثل التسويق وإحدى هذه الطرق هى نقل الرخويات من إحدى مناطق النمو إلى منطقة أخرى ذات ماء أحسن جودة. وبعد مضى وقت التنظيف تباع. وطريقة أخرى "التنقية depuration" تتضمن وضع السمك الصدفى فى تنكات – من عمل الإنسان – مع ماء بحر ينساب معقم عادة بالأشعة فوق البنفسجية وهى تصلح للتخلص من بعض أنواع البكتيريا ولكن هاتان الطريقتان تضيفان للمصاريف. وتنكات حفظ القشريات والرخويات فى الأسواق تزداد.

جدول (٤): التركيب التقريبي ومحتوى الفيتامينات في كل ١٠٠ جم من بعض القشريات.

النوع	رطوبة جم	بروتين جم	دهن جم	رماد جم	كربوايدرات جم	طاقة كيلوجول	فيتامين أ وحدة دولية	ثيامين ميكروجرام	ريبوفلافين ميكروجرام	حمض نيكوتينيك مجم	حمض اسكوربيك مجم	فيتامين ب١٢ ميكروجرام
السرطان/سلطعون *Cancer pagurus*	٧٧,٤	١٧,٦	١,٤	٣,٥	٣,٦	٤٠٧	٩٠	١٣٥	٢٤٧	٢,٨	٣,٥	
العضل، خام	٧٩,٥–٧٥,٣	١٩,٢–١٦,٠	١,٥–١,٣						٣٥٠–١٤٥			
Cancer magister	٨٠,٠	١٧,٣	١,٣	١,٥	صفر	٣٤٠		١٧٦	٢٠			
العضل، خام	٨٣,٣–٧٨,١	٢٣,٤–١٣,٨	٣,٠–٠,٨	٢,٠–١,٢								
Crawfish شائك *Panulirus argus*	٧٠,٠	١٩,٢	٧,٥	١,٦	١,٧	٦٣٤						
العضل، خام	٧٥,٦–٦٤,٣	٢٣,١–١٥,٣	١٤,٦–٠,٣	١,٧–١,٥								
الكركند (أوروبي) *Homarus gammarus* العضل، خام	٧٥,١	١٩,٩	٠,٦	١,٨	٢,٦	٣٩٩	٦٥					
جمبري (الأعماق أو برغوث بحر المياه الباردة) *Pandalus borealis*	٧٨,٠	١٥,٠	٣,٣	٢,٨	٠,٩	٣٨٩		٧٦	١٩٤			
العضل، خام								٩٠–٥٧	٢٥٠–١٤٢			
جمبري (ضخم) *Panaeus monodon*	٧٧,٠	١٩,٢	٠,٦	١,٤	١,٨	٣٧٤		١٧	٥٤	٣,٩٧		٢,٩٩
العضل، خام	٧٨,٥–٧٥,٦	٢٠,٨–١٧,٦	٠,٧–٠,٤	١,٥–١,٣								

والأنواع الحية يمكن عرضها فى تنكات تستخدم ماء بحر صناعى دائر ولكن عادة تعرض عدة أنواع مع بعضها مما يسمح بالتلوث من بعضها البعض. وقد وجد أن الـ *Salmonella* والـ *Vibrio cholerae* (ولا واحد - ٠١) قد تنقل للمستهلك بواسطة المحار الذى يعرض فى هذه التنكات وإن لم يثبت ذلك.

الكائنات الحية الدقيقة الداخلية
indegenous microorganisms

هناك عدة أنواع بكتيريا توجد فى الرخويات والقشريات وبعضها ممرض للإنسان.

فيبريو *Vibrio*

كثير من أنواع الـ *Vibrio* طبيعى فى المناطق الشاطئية خاصة المياه قليلة الملوحة brackish وكثير من الأنواع المحبة لدرجات الحرارة المتوسطة ممرضة للإنسان. والـ *Vibrio* متورطة فى تكسير الكيتين فى البيئة وهى تمضى الشتاء فى الراسب sediment "وتلمع bloom" فى الشهور الدافئة فعندما ترتفع درجة الحرارة (أعلا من ١٥ °م) تصبح هذه الكائنات أكثر فى عمود الماء water column وعلى ذلك تجمعها الرخويات أثناء التغذية. أما فى القشريات فإن بعض أنواع الـ *Vibrio* يلتصق بالصدفة.

ومن وجهة الصحة العامة فإن أهم الأنواع هى *V. parahaemolyticus* ، *V. cholerae* ، *V. vulnificus* فهى التى تسبب العدوى من إستهلاك الرخويات والقشريات خاصة فى شهور الصيف من يونيو إلى سبتمبر حيث درجات الحرارة فى المصبات تكون قد أصبحت دافئة.

V. patahaemolyticus : يوجد فى المصبات والشواطىء ولحسن الحظ ليست كل السلالات تسبب إلتهاب المعدة والأمعاء gastroenteritis و ٥٪ من السلالات أمكنها إنتاج الهيموليسين المباشر الثابت ضد الحرارة thermostable direct haemolysin ويسمى موجب ظاهرة كانجاوا Kanagawa phenomenon positive ولكنها عزلت من ٩٥٪ من المرضى الذين أصيبوا بهذا المرض. وإن كان الميكانيزم غير معروف حتى الآن.

V. cholerae : يمكن أن يحدث موتاً وهو كائن ممرض يوجد حيث الأحوال الصحية فقيرة وتصبح مياه الشرب ملوثة والكوليرا مرض شديد ويهدد الحياة ولكن يسهل علاجه ويمنع بإتباع القواعد الصحية والمعاملة المناسبة للمجارى ومياه الشرب.
وبعض سلالات *V. cholerae* تنتج زعاف الكوليرا أو زعاف مشابه لزعاف الكوليرا والمرض الناتج من هذه السلالات أخف من الكوليرا التقليدية. والرخويات والقشريات تحمل هذا المرض فى كثير من الحالات.

V. vulnificus : هذا النوع البحرى قد يتسبب فى أن ٥٠٪ من المصابين به يتوفون حيث يصيب الأشخاص الذين عندهم حالات كبدية (تليف cirrhosis) أو نقص فى المناعة وكذلك الحالات

المرضية الأخرى معرضون أكثر فينصحون بعدم أكل غذاء بحرى خام أو تحت مطبوخ.

كذلك وجد *V. mimicus* ، *V. hollisae* ، *V. fluvialis* ، *V. furnissii* ، *V. metschnikovii* عزلت من مرضى مصابين بالإسهال وقد يكون من أكل رخويات. والمرض يحدث موسمياً ونادراً والمُمْرِضات تهاجم المرضى ذوى الحالات المرضية الأخرى.

Aeromonas, Plesiomonas: جنسان آخران من البكتيريا المتوطنة من فصيلة/عائلة Vibrionaceae وجدت مرتبطة بمرض الإسهال ومرتبطة باستهلاك الرخويات. وقد عزلت *Aeromonas hydrophila* ، *A. caviae* ، *A. sobria* ، *Plesiomonas shigelloides* من براز الإنسان ولكن لم يثبت مسئوليتها. وهذه الكائنات موزعة فى البيئة ويمكن عزلها من المياه العذبة وقليلة الملوحة. وسلالات *Aeromonas* يمكنها أن تنمو على درجات حرارة التبريد وقد ترتبط بفساد الأغذية البحرية أثناء التخزين. وكل هذه البكتيريا لاتقاوم الحرارة ويُمْنَع التسمم بالطبخ الجيد للأغذية البحرية.

الكائنات الحية الدقيقة غير الداخلية
non-idigenous microorganisms
البكتيريا bacteria

عدد من أنواع البكتريا لاتعتبر داخلية للرخويات والقشريات ولكنها سببت أمراضاً كنتيجة للتلوث، وعدم إتباع القواعد الصحية فى المعاملة كان السبب الأساسى فى هذه العدوى المعوية.

والسالمونيلوسيس salmonellosis هو أحد هذه الأمراض. وتنتقل السالمونيلا من الإنسان والثدييات والطيور والزواحف عن طريق البراز.

وكذلك مجموعة *Shigella* المعوية تلوث الأغذية عن طريق البراز وهى ينظر إليها على أنها تحمل فى الماء فى المصبات. وأهم شىء هو إتباع القواعد الصحية لمنع الإصابة بها.

وكذلك إثنان من البكتريا المقاومة للبرودة هما *Yersinia enterocolitica* ، *Listeria monocytogenes* وهما موزعتان فى البيئة ويتصلان بكثير من أنواع الحيوان وقد عزلت من المصبات والأسماك الصدفية ويمكنهما النمو على درجات حرارة التبريد. وقد عزلت *L. monocytogenes* من عدة أغذية بحرية بما فيها قشريات مجمدة.

كما أن هناك أمراضاً تسببها الرخويات للإنسان تنتج عن *Campylobacter* وهو كائن ممرض معوى وهو يوجد فى المصبات وقد يعيش الكائن الممرض فى الأسماك الصدفية بعد الصيد حتى لو تنوولت جيداً فى التخزين.

والـ *Staphylococcus aureus* ولها سلالات تنتج الزعاف المعوى قد أحدثت أمراضاً كانت الأسماك الصدفية حاملة لها. ومناولو الأغذية هم المصدر الأول ولكن الأجهزة أيضاً يمكن أن تلعب دوراً. والكائن موزع جيداً وموجود فى الإنسان والحيوان. والأغذية البحرية قد يتم تسخينها ولكن بعد ذلك يتم تناولها باليد أو أثناء الفرز فتعمل كحامل حيث أن الكائنات المنافسة يكون تم التخلص منها وتسود *S. aureus*.

وإذا حدث ولم تخزن على درجة حرارة مناسبة فإنه يسمح للكائن بالنمو وإنتاج الزعاف. والزعاف المعوى الناتج من هذه البكتيريا مقاوم للحرارة.

والبكتريا المكونة للجراثيم *Clostridium botulinum*، *C. perfringens*، *Bacillus cereus* نادراً ما إرتبطت بتسمم الأغذية البحرية. والمعاملة الحرارية يجب أن تكون كافية لقتل جراثيم الكائن قبل التخزين تحت ظروف لا هوائية لمنع الإنبات. وإنتاج الزعاف من نوع نى E هو أصلاً من *C. botulinum* والتى عدة سلالات منها تنمو وتنتج زعافاً على درجات حرارة منخفضة حتى ٣°م وهذا الزعاف البروتينى يمكن أن يثبط بالتسخين على ٦٠°م لمدة ٥ق.

وقد اقتُرِحَ أن *C. perfingens* تكون كدليل للتلوث بالبراز وهذا الكائن مع الـ*Bacillus cereus* يجب أن يصل إلى أعداد كبيرة حتى يسبب الإسهال. والتخزين المناسب للأصداف السمكية على درجات حرارة مبردة يمنع نمو هذه الكائنات.

الفيروسات viruses

فيروسات نوروالك Norwalk وإلتهاب الكبد أ نُقِلوا إلى الإنسان بواسطة الرخويات الملوثة وأقترح غلى الرخويات لمدة ٢٠ق على الأقل لمقاومة هذه الأمراض.

ومناولوا الأغذية قد ينقلوا بعض الأمراض ومنها إلتهاب الكبد أ.

الفساد spoilage

حيث أن الأغذية البحرية قابلة للفساد بشدة فيجب أن تبرد بعد إصطيادها مباشرة خلال المعاملة والتوزيع لإطالة عمر الرف. وضبط درجة الحرارة حرج بالنسبة لتأخير أو تعطيل الهدم بواسطة البكتيريا والإنزيمات والأكسدة وحلمأة الدهون. وكقاعدة عامة هى أن كل درجة زيادة عن صفر°م تعنى نقصان قدره ٢ يوم فى عمر الرف. ويجب أن مالايجمد يحفظ فى ثلج والتخزين على درجات حرارة أقل من ٧°م يثبط نمو معظم البكتيريا المعوية ويمنع إنتاج الزعاف.

وبعض الأنواع خاصة الرخويات ذات المفصلين تنقل حية ولذا فإن درجة حرارة منخفضة ومكان رطب يلزمان حيث أن المدة قد تصل إلى أسبوعين. ولاتظهر أى مشاكل للتهدم طالما الحيوان حى. والشحن والتخزين للمواد الخام يجب أن يكون منفصلاً عن المواد المنتجة حتى يمنع التلوث من واحدة إلى أخرى.

وقشريات المياه الدافئة تحتوى على بكتيريا موجبة لجرام مثل *Micrococcus* أو أشكال من الـ Coryne بينما أنواع المياه الباردة تحمل أساساً كائنات سالبة لجرام من بينها *Pseudomonas*، *Moraxella*، *Flavobacterium*. والأسماك الصدفية من المياه الدافئة بها مستويات أعلا من البكتيريا (كائنات محبة لدرجات الحرارة المتوسطة) عن الأسماك الصدفية من المياه الباردة ومع ذلك فإن الأخيرة تتلف بسرعة نظراً لأن البكتيريا عليها تنمو تحت التبريد. وتوجد أنواع مثل *Pseudomonas*، *Flavobacterium*،

Moraxella ، *Acinetobacter* تعمل أكثر من غيرها فى الفساد مع إحتمال أجناس أخرى تشترك فى الهدم. وكذلك الخمائر مثل *Rhodotorula* ، *Tarulopsis* ، *Candida* والتى تسبب تغيراً فى اللون أثناء التخزين. ونمو البكتيريا البحرية المضيئة حيوياً bioluminescent ينتج منتجات "تلمع فى الظلام glow in the dark" خاصة فى الجمبرى والسرطان. والكائنات المضيئة حيوياً تشمل أنواع *Photobacterium* ، *Xenorhabdus* ، *Altermonas* ، *Vibrio* وهى عادة غير ممرضة للإنسان ولو أن *Vibrio* منه أنواع ممرضة. والبكتيريا التى هى عادة مرتبطة بالفساد تتأثر بالحرارة وعمليات الطبخ العادية كافية.

التلوث الكيماوى

chemical contamination

الزعاف البحرى marine toxins

هناك عدة أنواع من الزعاف والزعاف السابق تشكيله والتى توجد فى الأصداف البحرية خاصة الرخويات ذات الصمامين نظراً لمقدرتها الترشيحية فى تركيز الزعاف. وهذه الزعافات قوية جداً وتوجد فى كميات صغيرة. وإنتاج هذه الزعافات عملية طبيعية ولايمكن التحكم فيها وهى عادة مقاومة للحرارة عن الزعاف البكتيرى وعلى ذلك فطبخ الأسماك الصدفية ليس من طرق الحماية. وليس هناك طريقة يمكن أن يعتمد عليها لإزالة أو هدم هذا الزعاف.

وتسمم الأسماك الصدفية الشللى paralytic shellfish poisoning قوى لحد أنه قد يسبب الموت وينتج من عائلة من الزعاف العصبى تسمى ساكسى زعافات saxitoxins وهو يرتبط باستهلاك رخويات ذات الصمامين ولو أن السرطان crabs والولك whelks يمكن أن تكون متورطة. وهناك ١٧ نوعاً ساكسى زعافات قابلة للذوبان فى الماء تنتجها مجموعة من الـ dinoflagillates كثيراً من النوع *Alexandrium* والجرعات الصغيرة ينتج عنها وخز وحرقان فى الشفايف ومع الجرعات الكبيرة يحدث شلل فى الأطراف وفقد فى تنظيم الحركة وربما الموت بشلل التنفس. ولايوجد علاج. والمد الأحمر red tide فى خليج المكسيك هو ناتج عن أوج bloom *Ptychodiscus brevis* مع إنتاج زعافات بريفى brevetoxin والتى يمكن أن تحدث تسمم الأسماك الصدفية الزعافية العصبية neurotoxin shellfish poisoning. وزعافات بريفى وهى تسعة تتكون من عمود فقرى من عديد الإيثير الحلقى وهى محبة للدهون وتسبب دوخة وإضطرابات عصبية وتبقى لمدة عدة أيام ولم يحدث أى وفاة.

وحمض الأوكادايك okadaic acid ومشتقاته تسببت فى تسمم إسهالى للأسماك الصدفية diarroetic shellfish poisoning عن طريق رخويات ذات صمامين. وتسمم الأسماك الصدفية الذى يفقد الذاكرة amnesic shellfish poisoning وينتج عن إستهلاك بلح البحر الذى يحتوى حمض الدومويك domoic acid. والأعراض تشمل دوخة وفقد التوازن وبعض الأعراض العصبية من بينها فقد الذاكرة. وحتى الآن فإن الضرر المخى يبدو أنه غير عكسى مما ينتج عنه فقد للذاكرة مستمر.

وإستهلاك الولك whelks والحلزونات البحرية من جنس *Nepunea* تسبب في حالات نادرة من تسمم رباعي الأمين tetramine وهو ينتج عن أيون رابع ميثيل أمونيوم -tetramethyl ammonium وتظهر الأعراض بعد ٣٠ق والشفاء كامل عادة في خلال ساعات والأعراض صداع ودوخة ومدد قصيرة من رؤية غير واضحة وهذا الزعاف أقل سمية عن بقية الزعافات البحرية.

الملوثات الكيماوية
chemical contaminants

الملوثات العضوية (ثنائي الفينيل عديد الكلورة polychlorinated biphenols والديوكسين) والـ DDT والأندرين والكلوردان والأيدروكربونات البترولية مع مواد غير عضوية مثل الزرنيخ والأنتيمون والكادميوم والرصاص والزئبق والسيلينيوم قد تجد طريقها إلى المياه والأسماك الصدفية. وهي تسبب وفيات في الإنسان وأحسن طريقة لمنعها هي منع صيد الأسماك الصدفية حيث يحدث تلوث من المصانع.

(Macrae)

تربية الرخويات والقشريات الهامة تجارياً
ranching of commercially important molluscs & crustacea

إن الزراعة المائية أو تربية الكائنات المائية تستخدم مع مجموعات برية وتتطلب ضبط المحصول. والمصطلح "تربية ranching" يستخدم أحياناً لوصف العملية للحيوانات التي ترعى حرة بإستخدام المراعي الطبيعية (مثل رعي السالمون حيث صغار السالمون smolts تطلق في البحر لتكمل نموها قبل أن تعود إلى الشاطىء لكي يتم "صيدها" حصادها) وهنا سيستخدم المصطلح بمعناه الأوسع "زراعة cultivation" مع أو بدون حد على حركة الحيوانات stocks.

الرخويات molluscs

الأنواع الصالحة للتربية/الزراعة types suitable for farming : لكي تصلح للزراعة farming فإن الكائنات يجب أن تمتلك عدة مقومات منها القبول في السوق والقيمة العالية وخواص بيولوجية تعزز زراعتها في المحبس فهي يجب أن تتميز بتحويل غذائي كفء ومهيأة للإزدحام ونمو سريع وتتحمل تغيرات في جودة المياه وسهولة التكاثر في المحبس.

وتقريباً كل الرخويات المزروعة تجارياً آكلات أعشاب خلال دورة حياتها. ومعظمها تتغذى بالترشيح filter-feeders وتستخدم العوالق النباتية كأهم مصدر للتغذية على الأقل كيرقات وفي كثير من الأحيان كبالغين ومن أمثلة ذلك المحار oysters والبطلينوس clams والاسقلوب scallops وبلح البحر mussels. وبعد طور اليرقة تستخدم نباتات أخرى كغذاء *Strombus gigas* (محارة الأذن conch) تتغذى على الطحلب الصغير الموجود في القاع في حين أن أذن البحر abalone (بطنيات الأقدام البدائية primitive gastropods) تستخدم الطحالب الكبيرة. والرخويات المفترسة predatory molluscs مثل رأسي الأرجل cephalopods يندر زراعتها للغذاء بسبب التكاليف لأنها تحتاج إلى حيوانات حية

لتأكلها. والبطلينوس الضخم clam (*Tridacna gigas*) وأقربائه والتى تعيش فى الحيد البحرى الفقير فى العوالق النباتية تزرع الطحالب فى أنسجتها كمصدر للتغذية.

معظم الرخويات المزروعة مقعدة فى قاع البحر بعد أطوار اليرقات العوالقية. ويمكن أن يستثنى من ذلك الاسقلوب لأنها تستطيع النمو بعيداً عن القاع ويجب أن تحبس أثناء النمو. وبسبب كفاءة تحويلها للغذاء وأنه ليس لها سلوك مهاجم داخل النوع فإن الرخويات المزروعة تجارياً يمكن تنميتها فى كثافات عالية نسبياً مادامت تيارات المياه تجلب لها الغذاء والأكسجين وتأخذ الفضلات.

ومعظم الرخويات المزروعة تصل إلى حد التسويق فى ٢-٣ سنوات وإن كان بعض بلح البحر والمحار الإستوائى يصل إلى هذا الحجم فى أقل من سنة. ومعظم الرخويات المزروعة مأخوذة من المصبات حيث التموجات فى الظروف البيئية مسألة عادية فهى تتحمل هذه التغيرات. والبالغون يهيئون بتغذيتهم على درجات حرارة أقل من المطلوب لفقس البيض ثم يصدمون بالحرارة أو المنشطات الكيماوية ليبتدؤوا إطلاق المشيج gamete والإخصاب عادة خارجى (مثل *Crassostrea* spp.) ولكن بعض الأنواع (مثل *Ostrea* spp.) تحضن الجنين لعدة أيام قبل إطلاقها فى عمود الماء لتتغذى.

واليرقات التى تعوم حرة تتغذى على أنواع من العوالق النباتية المناسبة. وهناك طريقتان لتغذية يرقات الرخويات: فيشجع خليط من أنواع العوالق النباتية فى ماء بحر مزود بالمغذيات حيث يستخدم كغذاء وإما تستخدم أنواع طحلب مرغوبة ووحيدة ومزروعة فى المعمل. واستخدام هذه المزارع يتطلب تحديد الوقت بدقة حتى أن الطحلب الطازج يكون متاحاً عند الإحتياج إليه. وطرق تركيز وتجميد العوالق النباتية تسمح بإنتاج طحالب قبل إستخدامها. وهذه الطحالب المركزة المزروعة تخفف قبل أن تغذى يرقات الرخويات. وكانت النتائج مقاربة للطحالب المزروعة الطازجة.

وبعد بضعة أيام أو أسابيع متوقفاً على النوع فإن انسلاخ metamorphosis يرقات الرخويات يتم ومابعد طور اليرقة يرسب إلى قاع وعاء المزرعة. وعند الإنسلاخ فإن المحار oysters تبحث عن مادة صلبة لكى تلتصق بها على الدوام. والمواد المفضلة مثل صدف محار قديم يمكن أن يتم توفيرها بواسطة الزارع. والرخويات التى قد تظهر أفضلية للرواسب أو مواد أخرى فى الحقل تنسلخ فى غياب هذه المنشطات تحت ظروف الفقس. وبعد فترة تختلف فى المشتل nursery فإن صغار الرخويات التى تتغذى بالترشيح تزرع فى الحقل. وأذن البحر abalone يمكن أن يوجد فى المواطن الصخرية الطبيعية ولكن يمكن أن ينمى فى تنكات حيث يمكن أن تعطى طحالب كبيرة أو علف مكون وتحمى من الأعداء وعموماً فكلما كانت الصغار كبيرة عند الزراعة planting كلما تحسنت ظروف تغلبها على الإفتراس predation.

الإعتبارات البيئية والعملية practical & environmental considerations

عندما تأخذ الرخويات الماء فإنه يمر على تركيبات الخياشيم والتى تزيل أى جسيمات غذائية عالقة

وهذا مايركز الفيروسات أو البكتريا مما ينتج عنه الإصابة بإلتهاب الكبد أو الكوليرا. والزعاف النباتي والآتي من طحالب dinoflagellate المعروفة بإسم المد الأحمر red tides يمكن أن تسبب مرضاً شديداً للإنسان دون أن تؤثر على السمك الصدفي وعلى ذلك فإن ضبط نمو وحصاد بما فيها متابعة جودة المياه ضروري لضمان أمان المنتج والذي يعطي شهادة تبقي معه حتى المستهلك النهائي.

التغذية لأقصى إتاء

feeding for maximum yield

يعتمد المغذى بالترشيح على تيارات الماء ليجلب له الغذاء والأكسيجين ولأخذ الفضلات. والنمو عادة أحسن حيث يتحسن دوران المياه. ولأن نشاط الموج وحركة المياه أحسن بالقرب من السطح عنها بالقرب من القاع فإن المحار oysters وبلح البحر mussels والاسقلوب scallops تنمو ٢-٣ مرات أسرع إذا ما ابعدت عن القاع وهذا يحدث بإستخدام خشب عائم أو شيئ مشابه حيث يعلق عليها حبال تلتصق عليها الرخويات.

المناولة والتسويق handling & marketing

تسوق الرخويات في أشكال مختلفة ولكن أعلا الأسعار يحصل عليها من المنتج الحي. وعند الحصاد فإن الحيوان الصدفي الحي يجب أن يحتفظ به خضِلاً وبارداً وينقل بسرعة للسوق. والرخويات الحية التي تتغذى بالترشيح يكاد لاتحفظ في مياه أثناء النقل للسوق. ومعظم الأنواع تستطيع العيش لأيام أو أسابيع خارج المياه حتى تصل للمستهلك. ومعاملة الرخويات في الظروف الأخرى يتضمن إستخراج اللحم من الصدف والتعليب والطبخ أو التجميد ويؤكل معظم الحيوان الصدفي. والصدف يستخدم في حقول المحار أو يطحن لإستخدامه في إنتاج الدواجن أو لإنتاج الجير. والصدف من بعض الأنواع كأذن البحر abalone أو المحار conches تستخدم في عمل الجواهر والطرف للسياح.

وتنقية السمك الصدفي الحي في تنكات بها ماء نظيف ومعقم بإستمرار للسماح بالتخلص من الكائنات الحية الدقيقة قبل البيع. ويستخدم ماء مرشح معامل بالأشعة فوق البنفسجية والكلورة والأوزنة ozonation في هذه الأنظمة الدائرة أو الطرق المستخدمة وإستخدام تعدد الصبغيات polyploidy لإنتاج محار oysters عقيم sterile يمكن أن ينتج عنه جودة لحم أحسن على مدار السنة حيث أن السمك الصدفي لايوجه أي طاقة للتكاثر أثناء موسم الفقس العادي.

القشريات crustaceans

الأنواع الصالحة للزراعة

types suitable for farming

يكاد تكون القشريات المزروعة للغذاء أعضاء في رتبة عشاريات الأرجل Decapoda وهي تتكون من براغيث البحر prawns وجراد البحر crayfish والسرطان crabs والكركند lobsters. وهي تعرض مشاكلاً تختلف عن تلك التي تظهرها الرخويات فهي لاتتغذى على سلسلة الغذاء المنخفضة كما تفعل الرخويات وهي لايسهل إنقيادها إلى الإزدحام بسبب إحتياجها لمادة

تفاعل وميلها لأكل اللحوم ولكن يقابل ذلك علو قيمة الوحدة.

وأكثر القشريات زراعة هى برغوث البحر والجمبرى وهى عادة إستوائية أو تحت إستوائية فى التوزيع وتستطيع الوصول إلى حجم السوق فى عدة شهور. ومعظم غذاء برغوث البحر على فتات الصخور والكائنات الدقيقة والحيوانات الصغيرة الموجودة فى الرواسب وعلى ذلك فهى أسهل فى التربية عن السرطان المفترس والكركند كما أنها أقل منهما أكلاً للحوم. ولو أن درجة الحرارة والملوحة والمتطلبات الأخرى تختلف بين الأنواع المختلفة فإن أهم براغيث البحر هى فى الشواطىء القريبة والمصبات وتستطيع تحمل مدى من ظروف البيئة.

وبرغوث البحر panaeid وهو أهم القشريات زراعة فريد من بين عشريات الأرجل فى التكاثر. فالبيض المخصب يوزع فى عمود الماء بينما أنثى برغوث البحر الـ caridean وكل عشريات الأرجل الأخرى بعد الفقس تحمل البيض ملتصقاً إلى القدم البطنية خلال تطور الجنين. والطور اليرقى الناعم والذى يفقس من بيضة الـ panaeid حرة العوم هو نوبليس nauplius الذى لايتغذى وهو طور يُمْضَى داخل البيض مع عشريات الأرجل الأخرى. فمن وقت تحول النوبليس إلى طور البروتوزوا يجب إعطاؤها الغذاء وهو العوالق النباتية وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة. وأثناء تطور الأطوار اليرقية فإن صغار برغوث البحر تحول تفضيلها الغذائى إلى مواد حيوانية مثل العوالق الحيوانية. وهو فى ظروف الزراعة يعرض على شكل نوبليى بعد الفقس مباشرة للجمبرى الماج *Artemia* وبإنهاء سلسلة اليرقات فإن مابعد اليرقة post-larva يمكنها أن توجد فى القاع ولو أنها تستمر فى العوم لبعض الوقت. والتتابع من الفقس إلى الإنسلاخ metamorphosis يختلف تبعاً للنوع وظروف التربية ولكنها قد تحتاج إلى ١٠ ـ ٤٠ يوماً. ومابعد اليرقة يحتفظ به فى الفقس لعدة أسابيع أخرى لكى يكتسب حجماً وقوة قبل أن يرسل إلى برك ponds.

ويختلف الكركند البحرى كثيراً من حيث تقدم اليرقات والسلوك البيولوجى ومعدلات النمو وغير ذلك. فالكركند المخلبى يفقس فى طور متقدم نسبياً ويمر خلال فترة من ١٠ – ٣٠ يوماً متوقفاً على درجة الحرارة قبل أن يصل إلى طور مابعد اليرقة القاعى. وربما إحتاجت ٥ سنوات أو أكثر لتصل إلى حجم السوق تحت ظروف درجات الحرارة المحيطة وحتى فى المياه المدفأة/المسخنة مع تغذية مثلى فإن حجم السوق قد يحتاج إلى أكثر من سنتين. أما الكركند الشائك أو الصخرى فيفقس كيرقات phyllosoma رقيقة وتطفو مع العوالق إلى حوالى سنة قبل الإنسلاخ. ويمكن الوصول إلى حجم السوق للكركند الشائك فى أقل من سنتين من الإنسلاخ. بينما جراد بحر المياه العذبة تفقس مباشرة كبالغين صغيرين جداً ولاتمر فى طور اليرقات. وعلى هذا فإن زراعتها لاتحتاج تقنية فقس معقدة. وجراد البحر يتغذى على فتافيت الصخور ولاتتطلب نوع وكمية البروتين الحيوانى الذى يحتاجه الكركند البحرى.

الإعتبارات البيئية والعملية
practical & environmental considerations

لأن براغيث البحر المهمة تجارياً كلها أنواع محبة للمياه الدافئة وتتطلب مساحة للمعيشة ذات بعدين بعكس السمك الذى يستخدم عمود المياه فإن زراعتها مركزة فى المناطق الإستوائية حيث الجو مناسب والأرض الشاطئية متاحة. وبراغيث بحر المياه العذبة والتى تتطلب يرقاتها مياه قليلة الملوحة يمكن أن تربى بعيداً عن الشاطىء ومياه بحر صناعية تكفى لطور الفقس.

والموقع المناسب عامل هام فى إختيار مكان المزرعة فنوع التربة ووجود مياه بحر نظيفة ومياه أرضية نظيفة لتنظيم الملوحة فى البرك ponds مهم. وتعتمد هذه المزارع على إنتاج الغذاء فى البرك طبيعياً مع زيادة من التسميد ولكن حديثاً فإن إستخدام مزارع شبه كثيفة إلى كثيفة جداً يتطلب الإعتماد أكثر على جرايات صناعية حيث أن كثافة براغيث البحر فى هذه العمليات أكبر من أن تتحملها إنتاجية البرك الطبيعية. وبسبب النمو السريع الذى يمكن الحصول عليه بطرق الزراعة فإن محصولين إلى ثلاث يمكن أن ينموا فى السنة مع إتاء يتراوح مابين عدة مئات من الكيلو جرامات إلى عدة عشرات من آلاف الكيلوجرامات لكل "هكتار" فى السنة وطبعاً فإن الحصول على إتاء عال يتطلب إدارة مركزة بما فيها من تهوية وتغيير المياه والتغذية الكثيفة، وإزالة الفضلات المعلقة والتى يمكن أن تترسب من البرك بطرق أيدروليكية. ولكن التخلص من الفضلات قد يمثل مشكلة كبيرة.

أما جراد البحر crayfish فهو يربى فى لويزيانا وهناك ٦ - ٨ أنواع مهمة أكثرها إنتشاراً *Procambarus clarkii* وطريقة زراعته التقليدية هى إستخدام الحقول المغمورة بالمياه فى المواسم - حيث زراعة الأرز أو أى محصول آخر - فيزرع جراد البحر ثم يصفى ببطء لتشجيع سلالات جراد البحر على أن تحفر حفر حيث يحدث التكاثر وبعد موسم "جفاف" أثناءها ينمو المحصول يعاد غمر الأرض وتخرج الصغار من الحفر وبعد أول إدخال لجراد البحر فإن المجموعات تحتفظ بنفسها حتى لو حدث صيد مكثف. والصيد عادة بالمصيدة ولكن هذا غير كفء ويكلف ٦٠ - ٨٠٪ من المحصول وعدة مئات إلى عدة آلاف من الكيلوجرامات لكل "هكتار" فى السنة. وإعادة غمر البرك بمياه جديدة يحتفظ بمستويات الأكسجين. وجراد البحر فى أوروبا مصاب بمرض فطرى ولذا فقد أدخل *Procambrus clarkii* ولتعويض *Astacus astacus* (جراد البحر النبيل noble crayfish) أدخل جراد البحر العلامة signal crayfish (*Pacifastacus leninculus*).

أما زراعة الكركند فهى لازالت فى طور النمو والكركند المخلبى clawed lobsters (*Homarus* spp.) عدوانى جداً ويتطلب عزله أو إستخدام مساحات كبيرة للنمو بعد طور اليرقات. كما أنه يأخذ وقتاً طويلاً لتربيته فى الأسر وتربيته من الفقس إلى الحجم البالغ.

والكركند من نوع الشائك أو الصخرى من الفصيلة/العائلة Palinuridae أقل عدواناً وأسرع نمواً بعد طور اليرقات وهذا الحيوان يميل إلى الإجتماعية

وينمو أسرع من الكركند المخلبي. ولكن الكركند الشائك قاوم التربية في المعمل أو المِفْقَس من الفقس إلى الإنسلاخ. وهذه اليرقة phyllosoma رقيقة فيزيقياً وتختلف في الشكل عن معظم يرقات عشاريات الأرجل decapods وهي مهيأة للنقل طويل المدى.

وزراعة السرطان crab محدود لقليل جداً من الأنواع ومعظم السرطان مفترس وآكل للحوم بشراهة مما يجعل زراعتها في كثافات عالية إلى حجم السوق صعب جداً. وسرطان الطين mud crab (*Scylla serrata*) توضع في برك قليلة الملوحة ذات كثافة منخفضة تستخدم لزراعة المحار وسمك الزعانف. والإحتفاظ بالسرطان حتى يرمي صدفه يتطلب أياماً قليلة. ولا تغذى أثناء هذا الوقت وكل السرطان الناعم/الطرى يمكن أكله. والقيمة التجارية أعلا ثلاث مرات أو أكثر عن السرطان الصلب من نفس النوع والسرطان طرى الصدفة *Carcinus mediterraneus* أنتج في إيطاليا وإن كانت أكبر صناعة له مبنية على السرطان الأزرق *Callinetes sapidus*.

وإنتاج السرطان الطرى soft crap يتطلب مصدراً مرثوقاً به من السرطان premoult فالعمليات الطارحة للإهاب القديم shedding operations تحتاج أن تكون في جوار مزرعة السرطان crab fishery. فالسرطان premoult (السرطان قبل أن يطرح إهابه القديم) يحتفظ به في صواني خشبية ضحلة حتى يطرح إهابه ثم تنتقل وهي لازالت طرية جداً والمياه يمكن أن تضخ من الخليج أو الجدول المجاور خلال صواني الإحتفاظ ثم تعاد بدون معاملة إلى البيئة أو تستخدم أنظمة دائرة مقفلة. وميزة هذا النظام الأخير عدم الإحتياج إلى إمتلاك شيء من المياه والخلو من تذبذبات جودة المياه في البيئة الطبيعية وبعض الضبط لدرجات الحرارة والمتغيرات الأخرى. ويحفظ السرطان من الشكل الفسيولوجي الواحد مع بعضه والسرطان القريب من طرح الإهاب القديم moulting لايتغذى ولكنه يكون مهاجماً بشدة فالحذر واجب. والسرطان الأزرق قد يغير إهابه moult في أي وقت من النهار أو الليل وإذا ترك في الماء أكثر من بضعة ساعات يبتدىء في تجشيب صدفته الجديدة وبذا تنقص جودته بسرعة. وعلى ذلك ففرز السرطان الطرى يجب أن يجرى بإستمرار مادام هناك سرطان في النظام.

التغذية للحصول على أعلا إنتاء
feeding for maximum yield

في كثافات متوسطة فإن إضافات التغذية بجرايات غير كاملة غذائية يمكن أن يقبل لأن براغيث البحر prawns يمكنها أن تحصل على الفيتامينات والمعادن بكميات صغيرة من الأغذية الطبيعية ولكن عندما تزداد الكثافة فإن غذاء كاملاً غذائياً يصبح ضرورياً للنمو الجيد والبناء. ومعدلات تحويل أحسن من وحدتين من العلف الجاف لكل وحدة من الوزن الحى لبراغيث البحر أمكن الوصول إليها. والصورة الفيزيقية للغذاء الصناعي حرجة لأن براغيث البحر تأخذ كميات صغيرة على وقت طويل بعكس السمك الذى يستطيع بلع جسيمات كبيرة. فالجراية الصناعية عادة مبثوقة أو على شكل قريصات يجب أن تحتفظ بكيانها لعدة ساعات. ومع

ذلك يجب أن تحتفظ بجاذبيتها بالنض البطيء للروائح حتى يجدها برغوث البحر. ولأن برغوث البحر نشط ليلاً فإن التغذية ذات الكفاءة تكون بعد الظهر أو في المساء القريب لتقليل الوقت مابين إعطاء الغذاء وإستهلاكه بواسطة براغيث البحر.

وجراد البحر أساساً يأكل فتات الصخور والخضرة الطبيعية ومواد الحيوان والكائنات الدقيقة تكفي كغذاء في الزراعة منخفضة الكثافة ولكن إضافات التغذية على هيئة علف طبيعي أو مكون يحسن النمو كثيراً.

المناولة والتسويق handling & storage

مثلها مثل بقية الأغذية البحرية براغيث البحر والقشريات المختلفة تكون أحسن مايمكن إذا وصلت السوق حية أو بمضي أقل وقت مابين الحصاد والمعاملة. ومعظم براغيث البحر تبرد عند الحصاد وتزال الرؤوس قبل التجميد وهذا يزيد من عمر الرف بإزالة مصدر للإنزيمات والمواد الأخرى التي تسرع من تدهور النواتج المخزنة. والكركند قد يشحن حياً أو تزال الذيول للتجميد. والسرطان الطرى يشحن حياً بعد إزالة بعض أجزاء الجسم كالعيون والخياشيم والبطن وأحسن الأسعار يحصل عليها للقشريات الحية أو النواتج الطازجة.

إحتمالات المستقبل

تمثل زراعة براغيث البحر ٢٥٪ من كل براغيث البحر المتاحة في السوق ولكنها قد تصل إلى ٥٠٪. وإنخفاض تكاليف الإنتاج في الإستوائيات والبلاد الأقل نمواً مع تكاليف نقل منخفضة يجعل هذه المناطق أكثر إنتاجاً. وزراعة الكركند تجعل النمو أبطأ لإرتفاع تكاليف الإنتاج خاصة وأن إنتاج برغوث البحر يمكن أن يعطى ٤ - ٦ مرات محصول برغوث بحر في الوقت الذى ينتج فيه محصول واحد من الكركند. وزراعة جراد البحر ستزيد بسرعة لأنه أرخص علفاً ولايحتاج لمياه بحر أو شطئان أو مفاقس متقدمة وسعر السوق مناسب خصوصاً وأن هناك أنواع استرالية مثل (المارون) *Cherax tenuimanus* والمخلب الأحمر *Cherax quadricarinatus* تنمو لأحجام مشابهة للكركند بدون عيوبه. وإنتاج اللحوم في هذه الأنواع الكبيرة أكبر منه نسبة عنه في الأنواع الصغيرة مثل *Procambus clarkii* كما أنه يمكن إنتاج جراد بحر طرى مشابه للسرطان الطرى. وإنتاج القشريات ذات الصدفة الطرية سيستمر. (Macrae)

أهمية السمك والأسماك الصدفية الغذائية
dietary importance of fish & shellfish

الأحماض الدهنية ن-٣ تفيد في مرض القلب التاجي coronary heart disease وكذلك في السرطان وإلتهاب المفاصل والصُدَاف psoriasis.

تقسيم أغذية البحر sea food classification

تكوين الأغذية: منتجات أسماك الزعانف والأسماك الصدفية:

تعطي الجداول (١-٥) هذه البيانات وأسماك الزعانف قسمت إلى ثلاث فئات تبعاً للمحتوى الدهني حيث أن الدهن هو المغذى الكبير الذى يختلف إختلافاً بيناً. فالفئة ذات الدهن المنخفض low fat يتراوح الدهن بها من ٠,٦- ٣,٠ ٪ دهن

وهى تشمل ١٦ نوعاً: القد والورك/السفن skates والحدوق haddock والفرخ perch والتونا ذات الزعنفة الصفراء yellow fin والبَلّوق pollock والتونا الوثابة skip jack tuna والقُشر/اللوز/ الأخفس grouper واللنج قد ling cod والأبيض whiting وسمك الراهب monkfish والسمك الصخرى rockfish وسمك موسى petrale sole والهلبوت halibut والهف/الحساس smelt والتربوت/سمك التُرس turbot. أما الفئة المحتوية على متوسطات نسبة الدهن وتتراوح مابين ٣,٥ - ٧٪ فهى تشمل ١٨ نوعاً: السالمون الوردى pink salmon والقاروس/ذئب البحر المقلم stripped bass وسالمون التشم chum salmon والبورى المخطط stripped mullet وأبوسيف/سياف البحر swordfish والقنبر blue-fish والسَّلُور/الصَّلُّور catfish وسمك القرش shark والأنشوجة anchogy والتونا ذات الزعنفة الزرقاء blue fin tuna وكلب البحر dogfish والشبوط carp والدلفين الأبيض white fish وسالمون الكوهو coho salmon وسالمون الأطلنطى Atlantic salmon والتروت/السالمون المرقط trout والبرتقالى الخشن orange rough.

أما فئة الدهن العالية فتتراوح نسبة الدهن بها مابين ٨,١ - ١٥,٣٪ وتشمل ثمانية أنواع: السالمون الأحمر sockeye salmon والبنبان pompano والسالمون التشينوك chinook salmon والأنقليس/الأنكليس/الجريث eel ورنجة الأطلنطى Atlantic herring والاسقمرى mackerel وسمك السَّمُّور sablefish.

والأسماك الصدفية تقسم إلى الرخويات molluscs و القشريات crustaceans وقيم الرخويات فى المحتويات الغذائية هى متوسط لتسعة أنواع: أذن البحر abalone والبطلينوس clam والحَبّار/الصَّبيد ح (كذا) cuttlefish وبلح البحر mussel والأخطبوط octopus والمحار oyster والاسقلوب scallop والحبار/السَّبيد ج (كذا) squid والولك whelk. وبالنسبة للقشريات فهناك أربعة أنواع: السرطان/ السلطعون crab والأربيان/جراد البحر crayfish والكركند/جراد البحر lobster والجمبرى shrimp. والقيم يعبر عنها على أساس الوزن الخام. وتعتمد القيم على المصدر والجزء المحلل ودورة التكاثر والعمر والغذاء وطرق التحليل.

التكوين

التحليل التقريبى proximate analysis

الجدول (١) يعطى التحليل التقريبى لسمك الزعانف والأسماك الصدفية ومنه نلاحظ أن محتوى البروتين فى أسماك الزعانف والقشريات واحد لكنه أقل قليلاً فى الرخويات. وهى لاتختلف كثيراً عن كمية البروتين فى مصادر البروتين الأخرى ولكن عضل السمك والذى يتكون من عضل أبيض مع كميات صغيرة من العضل الغامق والأنسجة الضامة أكثر هضماً من البروتينات الحيوانية الأخرى بسبب إحتوائه على مستويات أقل من الأنسجة الضامة. وتوجد كميات لابأس بها من الجليكوجين فى الرخويات ولكن ليس فى الأغذية البحرية الأخرى وهو ينقص مع الوقت بعد الصيد.

جدول (١): التكوين[أ] التقريبي للأغذية البحرية.

	الطاقة كيلوجول	الماء	بروتين	دهن	كربوايدرات	رماد
أسماك زعانف						
منخفضة الدهن	٣٨٤ ± ٨	٧٨,٣ ± ٠,٨	١٨,٧ ± ٠,٥	١,٤ ± ٠,٢	٠,١ ± ٠,١	١,٣ ± ٠,١
متوسطة الدهن	٥٣١ ± ١٣	٧٣,٩ ± ٠,٦	١٩,٥ ± ٠,٥	٤,٩ ± ٠,٣	صفر ± صفر	١,٣ ± ٠,١
عالية الدهن	٧٥٦ ± ٢٥	٦٨,٧ ± ١,١	١٨,٢ ± ٠,٨	١١,٥ ± ٠,٩	صفر ± صفر	١,٩ ± ٠,٥
أسماك صدفية						
رخويات	٣٨٠ ± ٢٩	٧٨,٣ ± ١,٨	١٥,٣ ± ١,٤	١,٢ ± ٠,٢	٣,٧ ± ٠,٧	١,٦ ± ٠,١
قشريات	٤٠١ ± ٢١	٧٧,٩ ± ١,٣	١٩,٢ ± ٠,٥	١,٢ ± ٠,٢	٠,٧ ± ٠,٤	١,٧ ± ٠,٢

أ: الكميات المعطاة فى الجرام/١٠٠ جم للسمك الخام ± الخطأ القياسى SE.

جدول (٢): تكوين[أ] الاستيرولات والأحماض الدهنية فى الأغذية البحرية.

	الاستيرولات		أحماض دهنية								
			مشبعة			أحادى التشبع			عديدة عدم التشبع		
	كوليسترول	غير كوليسترول	١٦:صفر	١٨:صفر	المجموع	١٨ : ١	٢٠ : ١	المجموع	٢٠ : ٥	٢٢ : ٦	المجموع
أسماك زعانف											
منخفضة الدهن	٥٢	–	٠,١٦	٠,٠٤	٠,٢٤	٠,١٥	٠,٠٣	٠,٢٤	٠,٠٩	٠,٢٠	٠,٤
	±٥		±٠,٠٢	±صفر	±٠,٠٣	±٠,٠٣	±٠,٠١	±٠,٠٥	±٠,٠٢	±٠,٠٣	±٠,٠٦
متوسطة الدهن	٥٤	–	٠,٦٢	٠,١٦	٠,٩٤	١,٠٧	٠,١٩	١,٧٨	٠,٢٦	٠,٥٢	١,٣٤
	±٤		±٠,٠٤	±٠,٠٢	±٠,٠٧	±٠,١٠	±٠,٠٤	±٠,١٤	±٠,٠٣	±٠,٠٨	±٠,١٥
عالية الدهن	٦٩	–	١,٧١	٠,٣٨	٢,٦٢	٢,٤١	١,٣٣	٤,٨٩	٠,٥٥	٠,٦٦	٢,١٤
	±١٠		±٠,١٧	±٠,١	±٠,٢٨	±٠,٣٥	±٠,٣٧	±٠,٧٥	±٠,١٢	±٠,١٦	±٠,٤٧
أسماك صدفية											
رخويات	٩٤ب	٨١	٠,١٦	٠,٠٤	٠,٢٣	٠,٠٧	٠,٠٤	٠,١٦	٠,١٢	٠,١٣	٠,٣٣
	±٨	±١٠	±٠,٠٩	±٠,٠١	±٠,٠٦	±٠,٠٢	±٠,٠١	±٠,٠٥	±٠,٠٤	±٠,٠٤	±٠,٠٩
قشريات	١٠٨	٨	٠,١٣	٠,٠٦	٠,٢١	٠,١٤	٠,٠٢	٠,٢٢	٠,١٩	٠,١٢	٠,٤٤
	±٢٢	±٢	±٠,٠٢	±٠,٠٢	±٠,٠٤	±٠,٠١	±صفر	±٠,٠١	±٠,٠٤	±٠,٠٤	±٠,٠٨

أ: الكمية/١٠٠ جم، المتوسط ± الخطأ القياسى SE.

ب: لاتشمل الحبار cuttle fish (١١٤ مجم/١٠٠ جم) ولا الحبار squid (٢٣٣ مجم/١٠٠ جم).

جدول (٣): الأحماض الأمينية[أ] فى الأغذية البحرية.

	تربتوفان	ثريونين	ايزولوسين	لوسين	ليسين	ميثيونين	فينيل الانين	فالين	هستيدين
هـ.أ.ز*، هـ.ص.ع** (مجم/جم بروتين)	١١	٣٤	٢٨	٦٠	٥٨	٢٥	٦٣	٣٥	١٩
السمك[أ]	١,٠	١,٣	١,٦	١,٢	١,٦	١,٦	١,٢	١,٥	١,٥
أسماك صدفية[أ]	١,٢	١,٢	١,٦	١,٢	١,٤	١,٣	١,٢	١,١	١,٠

أ: مقياس الحمض الأمينى: مجم حمض أمينى/جم بروتين مقسوماً على أرقام هيئة الأغذية والزراعة* وهيئة الصحة العالمية**

جدول (٤): الفيتامينات[أ] فى الأغذية البحرية.

	حمض اسكوربيك مجم	ثيامين مجم	ريبوفلافين مجم	حمض نيكوتينيك مجم	حمض بانتوثينيك مجم	فيتامين ب٦ مجم	حمض فوليك ميكروجرام	فيتامين ب١٢ ميكروجرام	فيتامين أ[ب] ميكروجرام
السمك									
منخفض الدهن	–	٠,٠٨	٠,٠٧	٢,٦٣	٠,٣٤	٠,٤٠	١٣,٠	٢.١٦	٢١
		±٠,٠٤	±٠,٠١	±٠,٨٣	±٠,٠٩	±٠,١٥	±صفر	±٠,٤٥	±٦
متوسط الدهن	١,١	٠,١٣	٠,١٩	٧,٣٢	١,٠٥	٠,٣٩	٧,٨	٣,٩٠	١١٢
	±٠,٢	±٠,٠٤	±٠,٠٤	±١,٥٥	±٠,٢١	±٠,٠٨	±٣,٤	±١,١٦	±٥٧
عالى الدهن	١,٧	٠,١٣	٠,١٧	٥,٨٨	٠,٥٩	٠,٢٤	–	٦,٤١	٢٩٤
	±١,١	±٠,٠٣	±٠,٠٥	±٠,٧٤	±٠,١٣	±٠,٠٧		±٢,٩٩	±٢٥٠
أسماك صدفية									
رخويات	٥,٠	٠,٠٣	٠,٢٨	١,٥٢	٠,٧٨	١٥	٧,١	١٣,٩١	٥٨
	±٠,٣	±٠,٠١	±٠,١٢	±٠,١٨	±٠,٥٦	±٠,١	±١,٥	±٦,٦	±٣٢
قشريات	٣,٠	٠,٠٣	٠,٠٦	٢,٤٣	٠,٧٧	٠,١	٣,٠	١,٣١	–
		±٠,٠١	±٠,٠١	±٠,٢٠	±٠,٤٣			±٠,٤٨	

أ: الكمية/١٠٠ جم، المتوسط ± الخطأ العيارى ، العدد يتراوح مابين ١–١٢. ب: مكافئ الريتينول

جدول (٥): محتوى المعادن[أ] الأغذية البحرية.

	كالسيوم	حديد	بوتاسيوم	صوديوم	خارصين	نحاس	منجنيز
السمك							
منخفض الدهن	٣١ ± ٧	٠,٦٥ ± ٠,١	٣٥٠ ± ٢٥	٦٤ ± ٩	٠,٦٣ ± ٠,١١	٠,٠٥ ± ٠,٠١	٠,١٤ ± ٠,٠٨
متوسط الدهن	٤٢ ± ١٢	١,٠٠ ± ٠,١٨	٣٤٢ ± ١٨	٦٣ ± ٤	٠,٧٧ ± ٠,٠٩	٠,٠٩ ± ٠,٠١	٠,١٦ ± ٠,٠٨
عالى الدهن	٢٧ ± ٧	٩١,٠٠ ± ٠,١٥	٣٤٢ ± ١٧	٦٢ ± ٤	٠,٧٧ ± ٠,١٠	٠,٠٩ ± ٠,٠١	٠,١٦ ± ٠,١٠
أسماك صدفية							
رخويات	٤٣ ± ٧	٤,٩٣ ± ١,٣٣	٣٠٠ ± ٢٢	١٩٢ ± ٤٣	٧,٢٣ ± ٥,٨٢	٠,٨٥ ± ٠,٣٣	٠,٢٤ ± ٠,٠٩
قشريات	٤٤ ± ٧	١,٦٦ ± ٠,٤٦	٢٤١ ± ٢٨	٢١٧ ± ٩٣	٢,٨٤ ± ٠,٩٤	٠,٦٢ ± ٠,١٧	٠,٠٦ ± ٠,٠٢

أ: الكميات معطاة فى مجم/١٠٠ جم، والمتوسط + الخطأ العيارى SE.

ومحتوى الرماد متشابه فى كل الأغذية البحرية ولكنه فى السردين والسالمون المعلبان أعلا جوهرياً نظراً لوجود العظام.

ومحتوى الدهون يتميز كثيراً وهو يبلغ من ٠,٥ – ٢٠٪ وهو فى الأسماك الصدفية ١,٢٪. وكل الدهن فى السمك قليل الدهن يتكون من فوسفوليبيد الأغشية وهو بهذا ثابت ومع ذلك فإن فى السمك الدهنى مع وجود الليبيدات مخزنة كجليسريدات ثلاثية فإن الدهن يختلف مع الموسم وحالة التكاثر والحجم والغذاء والموقع التشريحى. وعادة ينقص الدهن من الرأس إلى القدم واللحم الأبيض أقل دهناً من اللحم الغامق وأكبر كمية للدهن فى سدلات البطن belly flaps وبطول الخط الجانبى وهما يتغيران جوهرياً فى المحتوى الدهنى أثناء النضج.

ومحتوى الماء يتغير عكسياً مع نسبة الدهن والبروتين وكذلك الطاقة تتغير وهى ترتبط بالدهن وكل من الأسماك والأسماك الصدفية يمكن أن تتقارن فى الطاقة.

الاستيرولات والأحماض الدهنية

sterols & fatty acids

محتوى الكوليسترول لأسماك الزعانف والرخويات مشابه للأغذية اللحمية الأخرى ولكنه أعلا فى القشريات فيما عدا السرطان/السلطعون crab والحبار squid وهو من الرخويات وبه كوليسترول يقارن بكوليسترول البيض. والرخويات تحتوى مستويات عالية من الستيرولات النباتية.

ومستوى الأحماض الدهنية (جم/١٠٠جم) من الدهن يزيد بزيادة نسبة الدهن فى الأغذية البحرية. والحمض الدهنى المشبع الأساسى هو حمض البالميتيك (١٦: صفر) وأهم حمض وحيد عدم التشبع هو حمض الأولييك (١٨: ١ ن–٩) وهو يوجد أيضاً فى الأغذية الحيوانية والزيوت النباتية وأهم أحماض دهنية عديدة عدم التشبع هى ن–٣ (ω–٣) ايكوسابنتا اينويك eicosapentaenoic (٢٠: ٥ ن –٣) ودوكوساهكسااينويك (٢٢ : ٦ ن–٣) وهذه توجد فقط فى الأغذية البحرية وهى توجد فى أسماك البحر المالح وهى نظراً لإحتوائها على عدد كبير من الروابط المزدوجة تساعد على الإحتفاظ بسيولة أنسجة السمك. وأحماض (ن–٣) أقل فى الأسماك الإستوائية والتى تحتوى على كميات أكبر من حمض الأراكيدونيك (٢٠ : ٤ ن–٦) arachidonic acid والذى يمكن تكوينه فى الجسم من حمض اللينولييك (١٨: ٢ ن–٦) والموجود فى الزيوت النباتية بكثرة.

وتتغير نسبة توزيع الأحماض الدهنية بتغير محتوى الدهن فى الأغذية البحرية. فعندما يزيد الدهن تزيد معه نسبة الأحماض وحيدة التشبع من ٣٠ إلى ٥٢٪ وتنقص الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع من ٥٠ إلى ٢٢٪ والنسبة مابين الأحماض الدهنية وحيدة عدم التشبع إلى الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع هى فى الأسماك عالية الدهن ٢,٢ وفى الأسماك منخفضة الدهن ٠,٦

والأسماك الصدفية مع مستوياتها المنخفضة من الدهن تشبه الأسماك منخفضة الدهن فالنسبة حوالى ٢٣٪ أحماض وحيدة عدم التشبع ، ٤٨٪ أحماض عديدة عدم التشبع. ويختلف محتوى الأحماض الدهنية فى أسماك الزعانف والأسماك

الصدفية بإختلاف الغذاء ولذا فإن كثيراً من الأسماك المزروعة لها بروفيل أحماض دهنية يختلف عن السمك الطبيعي.

والدهن المشبع وإنخفاض مستويات الكوليسترول في السمك - فيما عدا الحبار squid والكركند lobster - عادة يسببان خفض كوليسترول بلازما الإنسان والاستيرولات غير الكوليسترول في الرخويات تثبط إمتصاص الكوليسترول.

الأحماض الأمينية amino acids

مقاييس الأحماض الأمينية الأساسية في كل من أسماك الزعانف والأسماك الصدفية تساوي أو أعلا من تلك الخاصة بهيئة الأغذية والزراعة وهيئة الصحة العالمية (جدول ٣). وكل أسماك الزعانف لها مقاييس متشابهة بغض النظر عن المحتوى الدهني.

الفيتامينات vitamins

تحتوي أسماك الزعانف والرخويات على مستويات أعلا في الفيتامينات من القشريات (الجدول ٤). ومعظم السمك يخزن الفيتامينات القابلة للذوبان في الدهن في الكبد ولكن الإنسان يستهلك العضل.

المعادن minerals

يختلف محتوى المعادن (جدول ٥) بإختلاف المكان والعمر وطريقة المعاملة وعموماً فإن الأسماك الصدفية أغنى من أسماك الزعانف والرخويات أغنى من القشريات وطرق المعاملة التي تحتوى على مأج تزيد من الصوديوم والرماد. (Macrae)

جريش السمك fish meal

جريش السمك مسحوق بني يحتوي على مستويات عالية من البروتينات وكميات من الدهن والمعادن. وحوالي ٩٠٪ من الإنتاج العالمي لجريش السمك ينتج من أنواع السمك الدهني مثل السردين والأنشوجة والكبلين capelin والمنهادين menhaden وأقل من ١٠٪ من فضلات السمك الأبيض مثل القد والحدوق haddock ومما يصاد سنوياً من السمك يستخدم ثلثه كمادة خام لإنتاج جريش السمك.

طبيعة المنتج وإستخدامه
nature of the product & its use

تختلف القيمة الغذائية لجريش السمك تبعاً لنوع السمك الذي يحضر منه الجريش وقد قسم جريش السمك إلى أربعة أقسام عريضة: نوع الرنجة ونوع الأنشوجة/بلشار ونوع المنهادن ونوع السمك الأبيض (الجدول ١). وبروتين جريش السمك له قيمة بيولوجية عالية في تغذية الحيوان فهو غني في الأحماض الدهنية الأساسية خاصة الليسين والأحماض الدهنية الكبريتية. والمادة الدهنية تعطي مصدراً مركزاً للطاقة ويمكنها أن تساهم في الأحماض الدهنية الأساسية وهو مصدر غني للمعادن الأساسية: الكالسيوم والفوسفور وكلوريد الصوديوم والمغنيسيوم، وكذلك المعادن الآثار: الحديد والخارصين والسيلينيوم وكذلك في مجموعة فيتامين ب خاصة ب١٢ والكولين. والفوسفور فيه متاح تماماً بعكس البروتينات النباتية. وهضمية النتروجين والأحماض الأمينية الحرجة حوالي ٨٩٪ للخنزير وللفراخ ٨٥٪ وللفأر ٩٤٪.

جدول (١): القيمة الغذائية لجريش السمك

(كل البيانات على أساس كما وصل).

التحليل التقريبي	السمك الأبيض	سمك الرنجة الأوروبي	سمك أنشوجة جنوب أميركي	سمك منهادن
رطوبة ٪	١٠	٩	٩	٨
بروتين خام ٪	٦٥	٧٠	٦٥	٦١
دهن خام ٪	٥	٩	٩	١٠
رماد خام ٪	٢٠	١٠	١٦	١٩
ألياف خام ٪	صفر	صفر	صفر	صفر
طاقة (مليون جول/كجم)				
دواجن				
طاقة تؤيض	١٢,١	١٤,٠	١٣,٢	١٢,٨
طاقة تؤيض حقيقية	١٣,٨	١٥,٧	١٤,٥	١٤,١
خنزير				
طاقة تهضم	١٥,٦	١٨,١	١٦,٩	١٦,٢
طاقة تؤيض	١٣,٧	١٥,٩	١٤,٩	١٤,٢
حيوانات مجترة				
طاقة تؤيض	١٣,٢	١٦,٢	١٣,٢	١٢,٨
مغذيات مهضومة كلية	٨٩,٥	١٠٥,٥	٩١,٨	٩٢,٧
طاقة صافية للإرضاع	٧,٦	٩,٨	٧,٨	٧,٦
أحماض أمينية (٪)				
ليسين	٤,٤٩	٥,٤٧	٥,٠٧	٤,٥٣
ميثيونين	١,٦٩	٢,١٦	١,٩٥	١,٦٤
ميثيونين + ستين	٢,٢٩	٢,٨٨	٢,٦٠	٢,٢٥
تربتوفان	٠,٦١	٠,٨٣	٠,٧٨	٠,٤٩
المعادن				
رماد ٪	٢٠,٠	١٠,١٤	١٥,٤	١٨,٠
كالسيوم ٪	٨,٠	١,٩٥	٣,٩٥	٥,٢٦
فوسفور ٪	٤,٨	١,٥٠	٢,٦٠	٢,٩٨
صوديوم ٪	٠,٧٧	٠,٤٢	٠,٨٧	٠,٣٤
مغنسيوم ٪	٠,١٥	٠,١١	٠,٢٥	٠,١٤
بوتاسيوم ٪	٠,٩	١,٢٠	٠,٦٥	٠,٧٢
حديد (جزء فى المليون)	٣٠٠	١٥٠	٢٤٦	٤٣٨
خارصين (جزء فى المليون)	١٠٠	١٢٠	١١١	١٥١
سيلينيوم (جزء فى المليون)	١,٥	٢,٧٨	١,٣٩	٢,٢٢
الفيتامينات (جزء فى المليون)				
حمض بانتوثينيك	١٥	٣٠,٦	٩,٣	٨,٨
ريبوفلافين	٦,٥	٧,٣	٢,٥	٤,٨
حمض نيكوتينيك	٥٠	١٢٦	٩٥	٥٥
حمض فوليك	٠,٥	٠,٥	٠,١٦	–
كولين	٤٣٩٦	٤٣٩٦	٤٣٩٦	٤٣٩٦
فيتامين ب١٢	٠,٠٧	٠,٢٥	٠,١٨	٠,٠٦
بيوتين	٠,٠٨	٠,٤٢	٠,٣٦	٠,٢٦

طاقة تؤيض: metabolizable energy (ME)، طاقة تؤيض حقيقية: true metabolizable energy (TME)، طاقة تهضم: digestible energy (DE)، مغذيات مهضومة كلية: total digestiuble nutrients (TDN)، طاقة صافية للإرضاع: net energy lactation (NE_L).

وهو ينهدم فى الحيوانات المجترة بمتوسط ٠,٣ - ٠,٤ بينما غير المهضوم يصبح عالي الهضمية فـى الأمعاء الصغيرة. وأنواع الحيوان التـى استهلكت جريش السمك فـى ١٩٨٨ كـانت الدواجـن ٦٠٪ والخنزير ٢٠٪ والسمك ١٠٪ وحيوانات الفرو ٢,٥٪ والحيوانات المجترة ٢,٥٪.

الدواجن poultry

أكثر المستهلكين الفراخ broilers ثم الديوك الرومى ثم طيور التربية والفراخ البَيَّاضَة. وأقل مايمكن من مستويات جريش السمك فى الفراخ هو ٢٪ مع أقصى مايمكن ٦ - ٨٪ وهذا يحدده ألا

يأخذ اللحم لطخة faint سمكية في نكهته. وجريش السمك عالي الدهن أكثر إستعداداً لإحداث هذا عن جريش سمك منخفض الدهن (مثل السمك الأبيض). والديوك الرومي المبتدئة/النامية عادة تأخذ أقل مايمكن ٥٪ وأكثر مايمكن ٨٪ حتى من جريش السمك عالي الدهن.

الخنزير pigs

أقل مايمكن لغذاء الفطام للخنازير ٣-٤ أسابيع من العمر حتى ٢٠ كجم وزن حي هو حوالي ٥٪ من جريش السمك وينزل هذا المستوى إلى ٢٪ في غذاء الناميات (٢٠ - ٥٠ كجم). والخنازير التي تربى والتي ترضع أقل مستوى لها من جريش السمك هو حوالي ٤٪. وغذاء الخنازير (>٥٠ كجم) finisher pig diets لايوجد لها أي تحديد للحد الأدنى. وإن كان هناك حد أقصى ٥٪ لجريش سمك يحتوي على > ١٠٪ دهن.

السمك fish

أهم الأسماك المزروعة والتي تستخدم جريش السمك في غذائها هي براغيث البحر والسالمون والأنقليس eels والأسماك ذات الذيل الأصفر yellow tails أي أساساً أنواع من الأسماك البحرية آكلة اللحوم. ونسبة الجريش في السالمون ٤٥٪ وأعلا في سالمون الأطلنطي عن سالمون الباسيفيكي. ونسبته في براغيث البحر حوالي ٣٠٪ وفي التروت/السالمون المرقط trout ٣٥٪ وفي الأنقليس eels ٥٠٪.

حيوانات الفرو fur-breeding animals

يستخدم جريش السمك في تغذية المنك mink حتى نسبة ٦٠٪ من البروتين. ويمكن أن يكون محتوياً على مضادات أكسدة أو جريش سمك منخفض الدهن.

الحيوانات المجترة ruminants

جريش السمك عندما يغذى على مستويات منخفضة (٠,٧٥ كجم /يوم) إلى بقر يعطي لبناً عالياً (أكثر من ٢٥ لتر /يوم) وجد أنه يزيد اللبن جوهرياً وهو يزيد من تكاثر بقر اللبن. فمعدلات الحمل زادت من ٤٤٪ إلى ٦٤٪ وهذا يزيد من إعطاء العجول ومن إنتاج اللبن.

كما أن جريش السمك له دور في تغذية الخراف فيُحَسِّن الإنتاج وجودة الناتج ويُخَفِّضْ من تكاليف الإنتاج. وقد وجد هاماً أثناء الأسبوعين أو الثلاثة الأخيرة من الحمل للنعاج ewes والتي تُعْطَى أساساً طعاماً خشناً roughage ، وخلال الـ ٥ - ٦ أسابيع الأولى من الرضاعة عندما يمكن لدهن الجسم في النعاج أن يساعد على الإحتفاظ بإنتاج لبن كثير وكإضافه لتغذية عالية الطاقة لتسمين الأحمال المفطومة مبكراً وللأحمال الأكبر المغذاة على غذاء عالي الخشونة. كما أنه يصلح للتحكم في دهن الجسم فيقلل الزائد منه قبل الذهاب إلى السوق.

وفي غذاء ماشية لحم البقر خاصة تلك التي على غذاء عالي العلف high-forage diets فإن جريش السمك (٢٠٠ - ٤٠٠ جم/يوم) يزيد من معدل النمو. وقد وجد أن طريقة لزيادة نمو اللحم

قليل الدهن على حساب دهن الجسم، والذى ينقص فى ماشية الإنهاء finishing cattle عالية الدهن الموضوعة على غذاء خشن وجريش سمك فقط.

مصدر المواد الخام source of raw material

أهم أنواع السمك التى تعامل إلى جريش مبينة فى جدول (٢) مع الإسم العام المستخدم (أحياناً خطأ).

جدول (٢): أهم أنواع السمك التى تعامل إلى جريش.

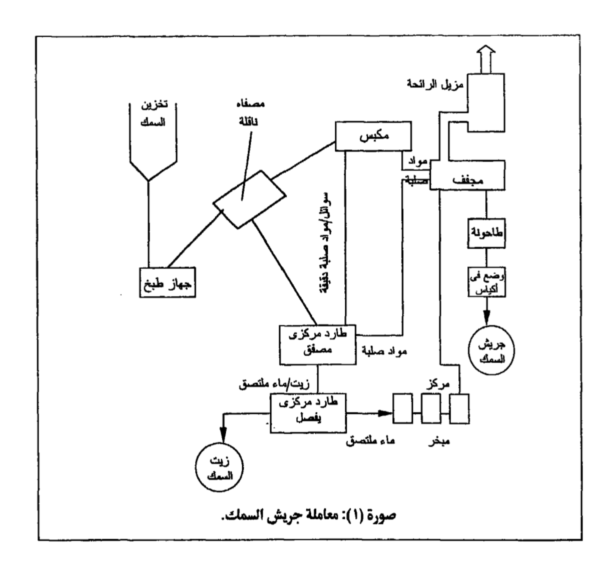
البلد	أنواع السمك الأساسية	الاسم العام المستخدم تجارياً
تشيلى	الانشوجة *Engraulis ringens* سردين *Sardinops sagax* سمك التن horse mackerel *Trachurus murphyi*	الأنشوجة
بيرو	الانشوجة *Engraulis ringens* سردين *Sardinops sagax*	أنشوجة
اليابان	سردين *Sardinops* فضلات السمك الأبيض	أنشوجة سمك أبيض
الدانمرك	أنقليس الرمال *Ammonodytes* spp. بَوّت النرويج *Godus esmarki* الرنجة *Clupea harengus*	الرنجة " " " "
النرويج	الكبلين *Mallotus villosus* الرنجة *Clupea harengus*	الرنجة " "
ايسلندا	الكبلين *Mallotus villosus* الرنجة *Clupea harengus* فضلات السمك الأبيض	الرنجة " " سمك أبيض
الولايات المتحدة	منهادن *Brevoortia tyrannus*	منهادن

ويجب أن يكون المصنع له المقدرة على معاملة الكميات المخزونة فى ٢٤ ساعة أو أقل لأن السمك المخزن على ٣٠°م يتحول إلى سائل محملاً مما ينتج عنه فقد كبير فى المادة الخام مما يخفض من الجريش الناتج. كما أن جودة الجريش الناتج من هذا السمك تكون فقيرة. ومعظم المنتجين يتابعون طزاجة المادة الخام بقياس محتواها من النتروجين المتطاير فكلما قلت نسبته كلما كانت المادة الخام طازجة. والخنازير المفطومة مبكراً السمك المزروع والمجترات لها جريش سمك قيمة النتروجين المتطاير فيه ٩٠مجم/١٠٠جم من السمك ويمكن حفظ المادة الخام بالتثليج أو بماء البحر المبرد.

إنتاج جريش manufacture of meal

كل جريش السمك يصنع بالطبخ والضغط والتجفيف والطحن. وقد تحذف خطوة الضغط حيث مع السمك الأبيض المادة الخام لايوجد بها زيت ليزال.

وعند طبخ السمك فإن البروتين يتجمع/يمسخ ومعظم المياه والزيت ينفصلان ويمكن إزالتهما بالضغط بينما السمك الخام حتى لو عرض لضغط ميكانيكى عال فإن قليلاً من السائل ينفصل. وللطبخ يستخدم جهاز اسطوانى طويل محاط بجاكتة بخار ويمر السمك به عن طريق حلزون ناقل. والبعض يحقن بخاراً فى المادة التى تطبخ ولايحدث أى تجفيف أثناء الطبخ ولكنه يعقم ويضمن عدم وجود كائنات حية غير مرغوبة (الصورة ١). وبعد الطبخ يضغط السمك لإزالة بعض الماء والزيت فيخرج مخلوط من الماء والزيت وبعض المواد الصلبة تخرج من فتحات المكبس وهذه الأطوار الثلاثة تفصل فيما بعد فترجع المواد الصلبة والطور المائى المركز (مركز الماء الملتصق stick water concentrate) تعاد إلى كعكة



صورة (١): معاملة جريش السمك.

الضغط والزيت يُجَلَّى polished ويخزن كناتج منفصل. وكعكة الضغط مع المواد الصلبة المستعادة ومركز الماء الملتصق تدخل المجفف لإنقاص مستوى الرطوبة إلى ١٠٪ حتى يصبح الناتج ثابتاً.

وهناك نوعان من المجففات مباشر وغير مباشر ففى المجفف المباشر يمرر هواء ساخن درجة حرارته حتى ٥٠٠°م على المواد أثناء تقليبها بسرعة فى الاسطوانة. والمجفف غير المباشر يتكون من إسطوانة ذات جاكتة بخار أو اسطوانة تحتوى أقراصاً مسخنة بالبخار والتى تقلب الجريش. وهناك أيضاً مجففات قد تستخدم درجات حرارة منخفضة تستخدم هواء ساخناً غير مباشر أو يجفف تحت فراغ. والجريش الناتج يشار إليه أحياناً بأنه ناتج درجة حرارة منخفضة ويصلح للسمك والخنازير المفطومة مبكراً والمنك.

معظم جريش السمك عدا جريش السمك الأبيض تحتوى على ٨ – ١٢٪ دهن لم يمكن ضغطها من المنتج إقتصادياً. وهذا الدهن يتفاعل مع الأكسجين وينتج حرارة فإن لم تضبط يمكن أن ينتج عن ذلك احتراق جريش السمك. ولذا يضاف مضاد أكسدة إيثوكسى كين ethoxyquin ٧٥٠– ١٠٠٠ جزء فى المليون.

ثم يبرد الجريش خلال اسطوانة دوّارة أو عادة يخزن مباشرة فى أكياس ٥٠ كجم أو أكوام من عدة مئات من الأطنان. وترص الأكياس بحيث تسمح للهواء بالدوران بالمقربة من كل كيس بحيث أن أى حرارة تنتج أثناء التخزين كناتج لبقايا الأكسدة تزال بسهولة إلى الجو. والجريش المخزن حجماً يُقلّب من آن لآخر وبذا يسمح لأى حرارة بالخروج. ومعظم المخازن مجهزة بمزدوجات حرارية thermocouples لتقيس درجة الحرارة وتضمن عدم حصول خطر فوق التسخين.

فإذا عومل الجريش بمضاد الأكسدة واحتفظ به على حالة جافة ولم يسمح له بإرتفاع درجة الحرارة فإنه من الممكن تخزين الناتج إلى مدة تزيد عن ١٢ شهراً بدون تغير قيمته الغذائية. أما إذا سمح لمستويات الرطوبة أن تزيد عن ١٥٪ فإن البكتريا غير المرغوبة والفطر mould ينميان.

(Macrae)

زراعة السمك fish farming

زراعة السمك وهى نوع من الزراعة المائية وهى تقنية موجهة إلى انتاج نباتات وحيوانات مائية مطلوبة للإنسان لغذائه وإن لم يكن من الضرورى أن تقتصر على هذا. وهى تهتم بتربية أربع مجموعات من الكائنات: القشريات والرخويات crustaceans & molluscs والطحالب والسمك algae & fish وهى يمكن إجراؤها فى المياه العذبة أو قليلة الملوحة أو المالحة وهى زراعة أعضاء المجموعة ذات الفقرات الحيوانية التى تعرف بإسم السمك (وتعرف أحياناً بإسم سمك الزعانف fin fish لتمييزها عن مجموعات اللافقريات من الحيوانات المزروعة) وهى تهتم بكل نواحى تاريخ الحياه والتغذية وإدارة البيئة.

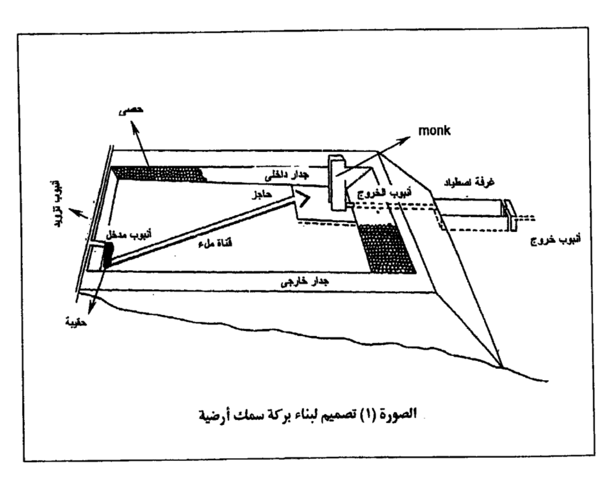
التاريخ

يوجد مايثبت أن السمك إحتفظ به فى الماء والبرك على النيل إلا أن ماكتب كان فى الصين (١١٢٢ - ٢٥٣ قبل الميلاد) وقد كتب كتاب عن تربية الأسماك فى الصين (٦٠٠-٥٠٠ ق.م). وصغار السالمون المنتجة فى المَفَاقِس أطلقت فى البحر وهاجرت مرة أخرى كبالغين إلى الأنهار التى أطلقت منها وهذه التقنية -إستخدام زراعة البحر- المستخدمة الآن فى اليابان والشاطىء الباسيفيكى لكل من الولايات المتحدة وكندا مع اعادة إمساكها تساوى مابين ١٪ و ٥٪. وقد أمكن فى السنوات الثلاثين الأخيرة تربية وزراعة أسماك بحرية مثل الفرخ/القاروس/ذئب البحر sea bass والابراميس sea bream والبورى mullet والتربوت turbot والهلبوت holibut.

أنظمة الزراعة culture systems

إن هجرة أنواع مثل البورى إلى اللاغون lagoon الشاطئية عزا بالإنسان أن ينشىء حواجزاً لمنع عودتها وبالتالى إمساكها فى مساحة مقفولة. وهذه التقنية وهى متوسطة مابين الصيد والزراعة لازالت مستخدمة فى آسيا وأجزاء من حوض البحر الأبيض المتوسط ولكن أنظمة الزراعة تقسم اليوم إلى أنظمة شاملة extensive وأنظمة كثيفة وشبه كثيفة intensive & semi intensive.

والأنظمة الشاملة extensive تقوم على إستخدام برك ماء عذب أو قليلة الملوحة. وقد تستخدم هذه البحيرات فى أغراض أخرى كمصدر لشرب الحيوانات وهى تزود بصغار السمك وتعتمد على الإنتاجية البيولوجية الطبيعية للبحيرة لإنتاج الغذاء مثل الديدان والحشرات ويرقاتها والرخويات والمواد النباتية وهى لاتتحمل إلا كثافة منخفضة من الأسماك. والبرك تختلف كثيراً فى إنتاجيتها ولايعتقد أنها تنتج أكثر من ١٠٠ - ٥٠٠ كجم من لحم السمك لكل هكتار فى كل سنة. والماء يأتيها من المطر والينابيع والتبادل المدّى tidal exchange وهى عادة ٠,٧٥ - ٢,٠ متر فى العمق مع وجود مخرج فى صورة monk أو أنبوب رأسى upstand pipe والـ monk نظام لضبط الخروج يتكون من برج به عدد من ألواح الخشب والتى يمكن إزالتها لضبط تبادل الماء وعمق المياه فى البركة. والأنبوب الرأسى upstand pipe تضبط خروج المياه بتغيير الزاوية التى عندها تنعقد خارج البركة. والبرك الأرضية يمكن بناؤها إما بالتوازى أو بالتتابع. والأنظمة شبه الكثيفة semi-intensive لزراعة السمك يمكن إجراؤها فىّ برك إذا غذى السمك بالمواد النباتية أو الحيوانية أو بأغذية مركبة فى صورة عجين أو قريصات وهذه تعرف بإسم التغذية الإضافية فالسمك يأخذ كثيراً من غذائه من المواد النباتية والحيوانية الطبيعية الموجودة فى البركة ولكنها تنمو أسرع ويمكن زراعة سمك أكثر فى كل متر مكعب من الماء (صورة ١) بهذه التغذية الإضافية.



الصورة (١) تصميم لبناء بركة سمك أرضية

ويمكـن الإحتفـاظ بنظـام الزراعـة الشـامل extensive وشبه المكثف semi-intensive مع إنسياب منخفض للمـاء. ويمكـن زيـادة إنتاجـها البيولوجـي بإستخدام سمـاد غـير عضـوى وسمـاد حيوانـي أو مـواد بنائيـة فـهذا يـؤدى إلى زيـادة الفلورا الطبيعية وبالتالى السمك.

أما نظام الزراعة المكثف فيعتمد على إنسياب ماء كثير وفى بعض الحالات على تهوية إضافية و/أو إعادة دوران وتنقية المياه. والبرك يستخدم بدلاً منها قنوات مائية raceways أو تنكات من مسلح أو لدائن أو ألياف زجاجية fiberglass. ويمكن فى هذا النظام حفظ سمك فـي حالة كثيفة ويقدم الغذاء على صورة قريصات مركبة وهـو يمكـن أن يستخدم مع أسماك بحرية أو مياه عذبة وتحت الظروف المناسبة ينتج ٢٠٠ – ٢٠٠٠ × ١٠^٣ كجم من السمك لكل هكتار فى السنة.

وزراعة القفص cage culture هى زراعة مكثفة intensive وفيها يحفظ السمك فـي أقفاص فـي مياه مفتوحة. والأقفاص يمكن صناعتهـا مـن أى مادة وتختلف فى الحجـم مـن واحـد إلى عـدة مئات من الأمتار المكعبة. والسمك يحتفظ به في أكياس شبكية معلقـة مـن طائفـات وكـل قفـص يمكـن أن يتصـل بغيره والأقفـاص الكبـيرة تتصـل بمماشـي لتسـهيل التغذيـة والتنظيـف والحصـاد.

وكل هذه الأنظمة تحتاج إلى إختيار جيد للمواقع فالبرك مثلاً يجب ألا تبنى فى تربة صخرية أو رملية. وفى قنوات المياه الكثيفة intensive raceways فإن وجود مياه كافية وثابتة ضرورى والأقفاص يجب إختيار مواقعها بحيث يكون هناك حماية من العواصف.

زراعة الأسماك المتكاملة
integrated fish farming

أن تكـامل زراعـة السـمك علـى إنتـاج حيوانـات المزرعة والمحاصيل ليس جديداً فإستخدام مزارع الأرز لتربية السمك قديم والتكامل مع إنتاج البط أو الخنازير مستخدمين السماد كغذاء مباشر أو غير مباشر كالسمك منتشر.

وعمومـاً فـإن إسـتخدام السـماد الحيوانـى أعطـى معـدلات نمـو مختلفـة مـع أن بروتـين البكتيريـا والـبروتوزوا فـى معقـد السـماد قـد يكـون عاليـاً. والفضلات تكـون متاحة للسمك خلال طرق ذاتية التغذيـة autotrophic أو عضويـة التغذيـة heterotrophic وينتج عنها إنتاج غذاء نبـاتى أو حيوانى لأنواع السمك التى تتغذى على الأعضاء المنخفضة فـى شبكة الغـذاء. والبحـيرة المسـمدة جيداً قد تكـون أكثر إنتاجية عن البحيرة الطبيعية لكنها أقل ثباتاً. وجودة المياه قد تختلف كثيراً وقد تكـون ضارة بنمـو السمك والتغيرات فـى مستويات الأكسجين والمركبات النتروجينية يمكـن أن ينتـج عنه وفيات.

المزارع العديدة polyculture

هى تربية أكثر من نـوع واحـد من السـمك وهـى يمكن أن تجـرى فى المزارع الشاملة extensive والمزارع شبه الكثيفة semi-intensive وغالباً مع زيادات هامة فـى الإنتـاج. والسـبب المنطقـى أن السمك له عادات تغذية مختلفة فبجمع سمك له

أنظمة تغذية مختلفة يمكن إستخدام المجال البيئى المائى aquatic ecosphere أحسن. ففى الزراعة العديدة الصينية التقليدية ينمى عدة أنواع من الشبوط carp معاً. فالشبوط الكلأ grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) تغذى على أعلا الخضروات أو ورق النبات على حافة البركة، والشبوط كبير الرأس big head carp (*Aristichthys nobilis*) يتغذى على العوالق الحيوانية فى منتصف المياه، والشبوط الفضى silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) يتغذى على العوالق النباتية فى الماء الوسطى، وشبوط الطين mud carp (*Cirrhinus molitorella*) يتغذى على حيوانات الأعماق وفتافيت الصخور بما فيها براز شبوط الكلأ، والشبوط العام (*Cyprinus carpio*) له نفس أفضليات الأكل كشبوط الطين وأخيراً الشبوط الأسود black carp (*Mylopharyngodon piceus*) يتغذى على الرخويات التى تعيش فى القاع. ويحتاج الأمر إلى معرفة بيولوجيا وعلم البيئة ecology للسمك المستخدم فى المزارع العديدة لنجاح زراعة الأسماك هذه.

وكثير من المزارع العديدة تستخدم نوعين أو ثلاث معاً وعلى ذلك فنحصل على نتائج أحسن من زراعة النوع الواحد. والحيوانات المفترسة تربى مع التيلابيا tilapia فى البرك وهنا تضبط الحيوانات المفترسة التنافس غير المرغوب والفقس الجائح wild للتيلابيا tilapia.

الأنواع المُرَشَّحَة candidate species

تقدر عدد الأنواع المختلفة التى تزرع فى العالم بحوالى ٨٠ نوعاً ومنها مايزيد إنتاجه على ٢٠٠٠٠ طن فى السنة وهذه توجد فى الجدول (١) ولكن هذه الأرقام يجب أن تؤخذ بحذر لأن الجمع وخلافه غير مضبوط تماماً.

الجدول (١): الأسماك المزروعة (أكثر من ٢٠٠٠٠ طن إنتاج سنوى).

النوع	الكمية في السنة
الشبوط الفضى *Hypophthalmichthys molitrix*	١٣٤٠٧١٨
الشبوط العام *Cyprinus carpio*	٩٢٧٧٣٥
شبوط الرأس الكبير *Hypophthalmichthys nublis*	٦٣١٤٣٥
شبوط الكلأ *Genopharyngodon idella*	٥٣٥٦٩١
سمك اللبن *Chanos chanos*	٣٣٠١٤٨
تروتة قوس قزح *Oncorhynchus mykiss*	٣١٢٦٤٢
الابراميس الأبيض white amur bream *Parabramis pekinesis*	١٧٤٢٠٠
سلور القنال *Ictalurus punctatus*	١٦٩٩٨٢
عنبر جاك اليابان *Seriola quinqueradiata*	١٦٠٢٨٥
شبوط كرشبان *Carassius carassius*	١٠٨٩١٥
تيلابيا النيل *Oreochromis (Tilapia) niloticus*	٩٧٧٠٠
شبوط الطين *Cirrhinus multiorella*	٦٩٨٢٠
سالمون الأطلنطى *Salmo solar*	٦٧٧٣٢
سالمون وردى *Oncorhynchus gorbuscha*	٤٠٠٠٢
أنقليس اليابان *Anguila japonica*	٣٩٤٣٥
ابراميس البحر الأحمر *Pagellus bogaraveo*	٣٧٨٣٨
بربل جافا java barb *Pantius javanicus*	٢٢٨٧٧

والسمك لكى تنجح زراعته والمحافظة عليه فى ظروف المزرعة يجب أن يكون له الخواص الآتية: ١- معدل نمو سريع. ٢- مقدرة فقسية بسهولة إما

بإستخدام هرمون أو بغير إستخدام الهرمون أو يمتلك مئونة كثيفة من يرقات برية أو بيض مخصب يمكن أن ينمى. ٣- يتجاوب للتغذية سواء على غذاء طبيعي أو إضافي أو مركب. ٤- مقاوم للمرض والملوثات. ٥- مقبول في الأكل. ٦- يسوق بسهولة.

كذلك يجب إعتماد إستعداد السمك للإزدحام والتعرض للمرض ومقاومة والتعرض لنقص الأكسجين وكلها لها علاقة بالإزدحام وقابلية السمك لمقابلة هذه العوامل المعاكسة مهم. ويتم البحث عن أنواع جديدة بإنتاج أنواع جديدة أو محورة خلال تجارب التربية الوراثية أو بالمعالجة بخلايا الجراثيم germ cell manipulation أو الهندسة الوراثية . وقد أمكن تعريض بيض كله أنثوى لضغط أو صدمة حرارية قليلاً بعد الإخصاب لإنتاج نسل كله إناث ثلاثية الصبغات triploid وهذه كانت عقيمة ولاتظهر أي تغيرات في النضج أي أنها لها دليل جثة أعلا عن ثنائية/مزدوجة/مضاعفة الصبغيات.

وهناك عدة ميزات لإستخدام السمك فلأن كثافة الجسم مثل الماء الذى يعوم فيه تقريباً فإنها لاتحتاج أن يتحمل وزنه وبذا فإنه يستطيع أن يخصص طاقة غذاء أكثر للنمو عن الحيوانات الأرضية. ولكونة بارد الدم فهو لايصرف أي طاقة على المحافظة على الجسم على درجات حرارة مختلفة عن تلك الموجودة في البيئة. والناتج النهائي لأيض البروتين - أي الأمونيا - سهل إخراجه. أما العيوب فهى التكاليف وسرعة إنتشار العلف والفضلات والصعوبة في تركيز الملوثات الكيماوية أو الفيزيقية في الوسط الذى يعيش فيه السمك.

التقييد البيئى والمرض
environmental constraints and disease

أهم إحتياج لزراعة السمك هو مصدر للمياه موثوق به وكاف وهذا يضمن الأكسجين والتخلص من المواد المفرزة. ومثالياً تركيز الأكسجين الداخل يجب ألا يقل عن ٨٥٪ تشبع. ومقدرة المياه على تحمل الأكسجين تنخفض بإرتفاع درجة الحرارة وكل نوع من السمك له درجة الحرارة المثلى للنمو ولتحويل الغذاء بكفاءة فأمثل درجة حرارة للتروت هي ١٢ - ١٦°م ولسمك الماء الدافئ مثل الشبوط carp والتيلابيا tilapia والسلور catfish هو مدى مابين ٢٣، ٣٣°م.

ولو أن الأمونيا هى أهم ناتج نهائى لأيض البروتين فى السمك فإن كثيراً من السمك له حد منخفض جداً للأمونيا. فالأمونيا غير المتأينة (ن يد$_3$) سامة للسمك ولكن أيون الأمونيوم (ن يد$_4^+$) غير سام. والحد السام للأمونيا هو بين ٠,٦ ، ٢,٠ مجم/لتر ولكن التروتة حساسة جداً ولاتتحمل الأمونيا إلا على تركيزات أقل من ٠,٢ مجم/لتر . وعامة الأمونيا تكون سامة أكثر عندما يكون محتوى الأكسجين المذاب أقل ولكن أقل عندما تكون تركيزات ك أ$_2$ عالية. وينتج عن تسمم الأمونيا فقر النمو وضرر للخياشيم في تنكات الزراعة ولكن في البرك فإن هذا التأثير المعاكس أقل ظهوراً.

ورقم جيد المناسب هو بين ٦,٥ ، ٩,٠ بينما نقطة الموت للقاعدة والحمض هى جيد ١١.٠ ، ٤,٠ بالتتابع.

وتركيز ك أ, الحر حتى ٦٠مجم/ لتر يمكن تحمله ولو أن الماء الذى تعيش فيه الأسماك بنجاح يحتوى على أقل من ٥مجم/لتر من ك أ, الحر وإرتفاع تركيز ك أ, الحر يتدخل مع التنفس. وبالإضافة إلى الكبح بواسطة الأكسجين والأمونيا و ج ي ك أ, فإن كيماويات أخرى مهمة مثل كبريتيد الأيدروجين والنتريت ومبيدات الآفات أو العكارة فإنها جميعاً غير مناسبة.

والسمك معرض للمرض والطفيليات: فيروسية وبكتيرية وبروتوزوا والديدان والقشريات والأمراض الفطرية يمكنها أن توجد فى مزارع الأسماك. وفى المزارع الكثيفة intensive فإن السمك معرض أكثر للمرض نظراً لكثافة زراعته. والعدوى بالبكتريا أكثر مع الأمراض الفيروسية وكثيراً ماترتبط بالضغط البيئى.

الغذاء والتغذية feeding & nutrition

يمكن تقسيم السمك إلى آكلات اللحوم وآكلات أعشاب أو آكل كل شيئ (قَارت). وفى النظم الشاملة extensive يوجد فقط الكائنات الدقيقة الطبيعية وتستخدم فى الغذاء وقد يضاف إليها مواد غير عضوية أو سماد. أما الغذاء الاضافى الذى يقدم إلى الأنظمة شبه المكثفة semi-intensive والمكثفة intensive يمكن أن يكون نباتاً بسيطاً أو مواداً حيوانية أو علفاً مركباً أو مواداً مرتبطة مع بعضها لإنتاج عجين أو قريصات.

والمواد الغذائية البسيطة عادة منخفضة التكاليف ويسهل الحصول عليها وكثير من المواد مثل الحشيش ورجيع الكون والأرز المكسور والذرة الرفيعة والحبوب المختلفة والجريش المستخلص منه الزيت (مثل فول السودانى والصويا وبذرة القطن والقرطم) والمواد الحيوانية عادة لاتعطى مباشرة ولكنها تركب فى قريصات كمصدر للبروتين. والسمك فى الأنظمة المكثفة يغذى فقط على مخاليط عجين أو قريصات مركبة وهو يركب كغذاء كامل فهو كاف لنوع معين فى حالة فسيولوجية معينة.

وتتميز الأسماك بمتطلباتها العالية من البروتين فالسالمون الباسيفيكى الصغير فى درجة حرارة ماء على ٨°م يحتاج إلى ٤٤٪ بروتين وعلى درجة حرارة ١٤°م يحتاج إلى ٥٥٪ بروتين (وزن جاف). ومعظم السمك يحتاج إلى محتوى بروتينى ٣٠ – ٥٠٪ فى غذائه. والكربوهيدرات لاإحتياج لها ولكن النشا يستخدم ليوفر إستخدام البروتين كمصدر للطاقة. أما إحتياجات الدهن فى الأغذية المركبة فهى تختلف من ٣ – ٥٪ إلى ١٥ – ٢٠٪.

والسلور catfish يكسب ٠,٨جم فى الوزن لكل ١جم غذاء (وزن جاف) فى حين يكسب الدجاج ٠,٥جم لكل جرام من الغذاء ونسبة تحويل البروتين فيهما واحدة تقريباً. وأهم ميزة فى السمك على الحيوانات الأرضية هى إنخفاض تكاليف كَسْب البروتين فكَسْب البروتين جم/وحدة طاقة ميجا جول مستهلكة هى ١٩٧جم لسلور القنال channel catfish مقابل ٩٦ جم للفراخ.

التربية وتربية اليرقات
breeding & larval rearing

فى كثير من الأماكن فى العالم تعتمد زراعة الأسماك على الإمساك باليرقات البرية أو الأسماك

الصغيرة وتربيتها للسوق. فمثلاً في الشرق الأقصى سمك اللبن الصغير milkfish (*Chanos chanos*) يعوم إلى برك الشاطيء ويمسك ويربى والسمك الحاضن brood fish يمكن أن يفقس في البرك أو في حالة السالمون يمكن أن ينزع منها البيض والمنسل الذكرى والبيض والمنسل الذكرى يقلّبان بلطف معاً والإخصاب يحدث والبيض يبسط في صواني المفقس. والتكاثر المضبوط يمكن أن يتم بإستخدام مستخلصات الغدة النخامية pituitary أو هرموناتها أو مشابهاتها أو البدائل الكيماوية لها. وهذه العملية تسمى إستخدام الغدة النخامية hypophysation وتشمل حقن السمك بما سبق ذكره مما يسهل النضج وإلقاء البيض أو المنى وبذا يمكن التحكم إلى حد ما في وقت الفقس.

وبإستخدام مَفَاقِس يمكن تجنب معدلات موت البيض واليرقات العالية ويمكن أن تغذى اليرقات بطريقة صحيحة. وبعض السمك مثل السالمون والتروتة trout يتغذى على غذاء جاف صناعي بعد الفقس مباشرة. ولكن هناك أسماك أخرى تتطلب مصادر غذائية حية، عموماً أنواع عوالقية من القشريات مثل جمبرى المأج brime shrimp وبراغيث الماء water fleas أو الدّوار/الدولابي (Macrae) .rotifiers

زيوت سمكية fish oils

أهمية زيت السمك هي في أنه مصدر للأحماض الدهنية ω-٣ (ن-٣). والزيوت السمكية ناتج ثانوى من إنتاج جريش السمك خاصة من السمك عالي الدهن مثل الأنشوجة والكبلين capelin وكلب البحر dogfish (القرش) والرنجة والتن mackerel والاسقمرى horse mackerel والمنهادن menhaden. ومحتوى الزيت في السمك يختلف بإختلاف المصدر والأنواع والموسم والسنة التي صيد بها والجغرافيا ودرجة حرارة الماء ودورة الفقس. ويحدث الإختلاف في نسبة الدهن وفي الأحماض الدهنية المكونة للجليسريدات الثلاثية في الدهن وتبلغ مابين ٢ - ١٠٪ أو أكثر. ونسبة حوالى ٣٠٪ تعامل إلى جريش وزيت ومصدر جيد لزيت السمك هو معاملة السمك المطحون خاصة البلوق pollock إلى سوميرى sumiri وهذا هو منتج لحم مطحون مغسول ولايسخن أثناء الطحن أو عملية الإستخراج. وعلى ذلك فالزيت المتبقي بعد الإستخلاص المائي النهائي للحم المطحون لم يتعرض للتهدم بواسطة الحرارة وعندما يستعاد بالطرد المركزى لماء الغسيل فإن زيت نقى نسبياً يتم الحصول عليه. وللأسف فإن السوريمى ينتج في أماكن بعيدة والزيت يحرق في الغلايات سواء على الشاطيء أو المراكب.

إستخلاص الزيت extraction of oils

معظم زيت السمك ناتج ثانوى لجريش السمك وعادة تستخدم طريقة للإصطلاب/السلاء المبتل wet rendering والسلاء الجاف يستخدم بنسبة أقل وكذلك الحلمأة والإستخلاص بالمذيب وإنتاج السيلاج.

الطريقة التقليدية لجريش السمك
conventional fishmeal process
(أنظر الطريقة تحت جريش السمك)

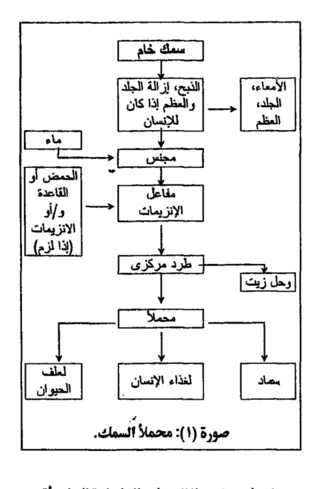
السلاء الجاف dry rendering

يجرى السلاء الجاف في مجفف طبخ حيث يطبخ السمك ويجفف إلى الناتج النهائي في عملية واحدة. السمك المستخدم عادة يحتوى على أكثر من ٥٪ زيت وينتج جريشاً يحتوى على ٢٠٪ زيت أو أكثر وهذا يكون صمغي ومتأكسد جداً وليس له قيمة تجارية.

الحلمأة hydrolysis

يمكن حلمأة لحم السمك بواسطة الإنزيمات البروتيوليتية سواء داخلية أو مضافة لإنتاج بروتين عالي الجودة ذي وظائف (الصورة ١). وحيث أن الناتج المسيل له خواص إستحلاب جيدة فإن هناك نسبة من الزيت تترك في الناتج النهائي والزيت الزائد يزال بالطرد المركزي أو في حالة السمك عالي الدهن يأتي بعض الدهن إلى السطح ويصفق decanted.

ومتوقفاً على نوع الإنزيم المستخدم فإن العملية تجرى تحت ظروف حمضية أو قاعدية. وعملية الحلمأة التي تجرى بواسطة الانزيمات الداخلية على رقم $ج_{يد}$ منخفض (٣-٤) لها ميزة أن الناتج ثابت ضد الفساد بواسطة الكائنات الدقيقة ولكن التفاعل بطيء ولايمكن التحكم فيه ويتوقف على مصدر وأجزاء السمكة المستخدمة.



صورة (١): محملأ السمك.

وعندما تستخدم الإنزيمات الداخلية للحلمأة مع إضافة حمض ليحتفظ برقم $ج_{يد}$ على ٤ أو أقل فإن الناتج يعرف بإسم سيلاج السمك fish silage والناتج الخام يستخدم في علف الحيوان أو سماد. وكسماد فله مزايا حيث أنه سائل مهضوم جداً ويمكن إستخدامه في الرش وإذا عومل لنقطة النهاية فلايكون له رائحة سمكية.

والحلمأة يمكن أن تجرى في المدى القلوى بإستخدام إنزيمات مستخلصة من النباتات أو مصنعة من الكائنات الحية الدقيقة. وبعض هذه الإنزيمات أكثر كفاءة من الإنزيمات الداخلية فيمكن ضبط العمليات وإنهائها في وقت أقل. ولكن هناك عيوب لإستخدام عمليات تحتاج إلى قرب التعادل أو

قلوية حيث النواتج لها عمر رف قصير مالم تثبت بعد تمام الحلمأة.

الإستخلاص بالمذيب solvent extraction

إستخدم أولاً الكحول ولكن لأنه يزيل الماء أيضاً فلم ينجح. ويمكن إستخدام ثانى كلوريد الإيثيلين ethylene dichloride فى حالة إستخدامه لعلف الحيوان ولكن إستخدام مذيب سام يسبب مشاكلاً. وإستعادة زيت عالى الجودة ثبت أن مشكله لأن المذيب يستخلص كميات من الصبغات والمواد غير المرغوبة مع الزيت وإقتصاديات الحصول على زيت نقى لم تحل بكفاءة.

تنقية وتخزين الزيوت
purification & storage of oils

تنقية أو تكرير الزيوت تشتمل على سلسلة من المعاملات القلوية والحمضية لإزالة منتجات غير مرغوبة. فالمعاملة بالقلوى تزيل الأحماض الدهنية الحرة ومنتجات تكسر الزيت والتى تعطى نكهة ورائحة تزنخ قوية كما أنها تجمع البروتين لإزالة الزيت. والعملية تتكون من تقليب الزيت مع القلوى لأوقات مختلفة تبعاً لدرجة الحرارة ومحتوى الزيت من الأحماض الدهنية (لمدة ١٢ ساعة أو أكثر) والزيت الرائق يغسل بماء ساخن لإزالة أى متبقيات ومعها القلوى الموجود. والصبغات تزال بالتبييض عادة بطفل طبيعى أو صناعى. والزيت يبرد قليل قبل تخزينه ويجب أن يدخل التنك من أسفل ويزال من أعلا. وللمحافظة على نسبة أحماض دهنية حرة منخفضة أثناء التخزين فإن الوحل فى القاع والذى به بكتيريا وإنزيمات يجب أن يزال بإنتظام. ونفس الشىء بالنسبة للماء من على السطح.

❖ منتجات خاصة من الزيوت السمكية
Special products from fish oils

• زيوت الكبد liver oil

بعض أنواع السمك ذات اللحم منخفض الدهن مثل القُدْ cod تخزن معظم زيتها فى كبدها الكبير نسبياً. وهذا الزيت كان مصدراً قيماً لفيتامينى أ، د قبل الوصول إلى أشكال أقل تكلفة صناعياً. والزيت يفصل بالتسخين الهادىء مع البخار ثم يغسل ويطرد مركزياً.

• أحماض دهنية مركزة
concentrated fatty acids

إستخدمت عدة طرق لإستخلاص مكونات من زيوت السمك ذات قيمة طبية أو غذائية وهذه تشمل التقطير والتبلر والكروماتوجرافيا والإستخلاص بالسائل فوق الحرج supercritical fluid extraction.

والمقطرات الجزيئية يمكن إستخدامها لفصل مكونات الزيت على أساس الوزن الجزيئى والضغط البخارى. وهناك إختلاف كبير فى الوزن الجزيئى بين فيتامينى أ، د يسمح بفصل هذين المكونين من زيوت الكبد فى حين أن الفروق بين الأحماض الدهنية صغيرة ويصعب فصلها أو تنقية حمض دهنى معين.

والأحماض الدهنية يمكن بلورتها تجزيئياً على درجات حرارة منخفضة بخلطها مع مذيبات تكون الأحماض الدهنية فيها أكثر ذوباناً أو تفصل المكونات كروماتوجرافيا.

والإحتمال التجارى لفصل مكونات الزيت مثل الإيكوساخماسـي إينويـك إ.خ.إ EPA eicosapentaenoic acid والدوكوساسداسـي الإينويـك د.س.إ docosahexaenoic DHA تتحسن كثيراً بإستخدام تقنيـة تجزيئيـة تشـمل السوائل فوق الحرجة. وثانى أكسيد الكربون هـو أكـثر المذيبـات إستخداماً للمنتجـات الغذائيـة والدوائيـة حيـث لايوجـد خـوف مـن السـمية والإلتهابية أو تلويث البيئة. وعلى ضغط ١٠٧١ على البوصة المربعة psi ودرجـة حرارة ٣١,١°م يصبـح ك أ٢ سائلاً فوق حرج فيعمل كمذيب يستطيع تغنية مكونات معينة. وبتعقيد زيت السمك مع مركبـات كيماويـة معينـة (مثـل اليوريـا لـتركيز إ.خ.إ EPA، د.س.إ DHA) فـإن إسـتخلاص مسـتمر فـى إتجـاه عكسى ينتج منتجات غنية جداً ومـواداً فى القـاع غنية. فيمكن فصل إ.خ.إ EPA، د.س.إ DHA من زيـت السـمك المعقـد مـع اليوريـا بـهذه الطريقـة. وبهذه الطريقة فإن الناتج يكون غنياً جداً فالـ إ.خ.إ EPA يكون فى الجزء الأعلى فـى حين أن د.س.إ DHA ذى الوزن الجزيئى الأعلا يتركز فى النـاتج المنقى بالإذابة raffinate (القاع).

والقيمة الدوائية لمكونات زيت السمك تعتمد على الإحتفـاظ بالشـكل والـتركيب الطبيعـى فمـن الضرورى المحافظة على ω-٣ 3-ω من الأحماض الدهنية ذات السلسلة الطويلـة غير المشبعة. وليست زيوت كل الجسم مصدراً لهذه الأحمـاض الدهنيـة الخاصة بل أن الزيوت المجزأة ذات القيمـة العاليـة كمصدر مركز لاسـترات هـذه الأحمـاض الدهنيـة المرغوبـة مثـل تلـك إ.خ.إ EPA، د.س.إ DHA وهى أيضاً كذلك.

التكوين والخواص composition & properties

تتكون الدهون فى زيوت السمك من الجليسريدات الثلاثية التى يمكن أن تتصبن مع كميات أقل من الجليسريدات الثنائية والأحاديـة. ويوجـد معها أيضاً المواد غير المتصبنة كالفوسـفوليبيدات والستيرولات واسـترات الشـمع والأيدروكربونـات وفـى بعـض الأنواع ايثيرات ثنائى اسايل جليسريـل diacyl glyceryl ethers وتعـرف أيضـاً بإسـم الكوكسـى ثنـائى الجليسـريدات alkoxy diglycerides. وبالإضافة توجد مكونات ذائبة فـى الدهـن مثـل الفيتامينـات والصبغـات والملوثـات مـع منتجـات الأكسدة.

الأحماض الدهنية fatty acids

مكونـات الأحمـاض الدهنيـة هـى أحاديـة عـدم التشـبع monounsaturated (monoenoic) أو عديـدة عـدم التشـبع polyunsaturated (polyenoic) ولها سلسلة عـادة مـن ١٢ – ٢٤ ذرة كربـون (الصـورة ٢) وأكـثر مـن ٩٥٪ مـن هـذه السلاسـل مزدوجـة عـدد ذرات الكربـون وموجهـة لسـيس cis. وحتـى ٥٪ يمكـن أن تكـون مفـردة (الجـدول ١) متفرعـة السلسـلة و/أو فيورانويـد furanoid (أحماض ف F acids) ولو أنه تـم التعرف على ٦٠ – ٨٠ حمض دهنى من نـوع واحد species فـإن أربعـة أزواج تكـون ٨٠ – ٨٥٪ مـن الأحماض الدهنية فى زيت السمك وهذه الأزواج

هـــى "ك١٤:صفر، ك١٦:صفر"، "ك١٦: ١، ك١٨: ١"، "ك٢٠: ١، ك٢٢: ١" و "ك٢٠: ٥، ك٢٢: ٥" والتسمية تبين أولاً عدد ذرات الكربون فى السلسلة ثم درجة عدم التشبع (عدد الروابط الزدوجة) الموجودة.

صورة (٢): أمثلة على مكونات توجد فى الزيوت السمكية وثلاثة أحماض دهنية (مشبع ووحيد عدم التشبع وعديد عدم التشبع) والليسيثين هو الفوسفوليبيد الأساسى الموجود والكوليسترول هو الستيرول الأساسى والسكوالين squalene هو أيدروكربون كثيراً مايوجد بتركيزات منخفضة.

وبالمقارنة بالزيوت والدهون الأخرى فإن زيت السمك يحتوى على عدد أنواع من الأحماض الدهنية أكبر وأيضاً أحماض دهنية عاليـــة عدم التشبـــع أ.د.ع.ع.ش HUFAs highly unsaturated fatty acids. والنظام فـــى الجليسريدات الثلاثيـة فـى السـمك يجــد أن

الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع polyenoic fatty acids مرتبطة تفصيلياً فى المركز المتوسط (٢) مع وحيدة التشبع monoenes فى النهايات (٣،١) مراكز وإن كانت ليس كل الأنواع تتبع هذا النظام. والأحماض المشبعة تكون ٢٠ - ٣٥٪ من جميع الأحماض الدهنية فى معظم زيوت السمك ولو أن زيت الرنجة قد يصل إلى ٥٠٪ ويبلغ محتوى الـ ك١٦:صفر ١٠ - ٢٥٪ وال ك١٤:صفر حوالى ٣ - ١٣٪ وال ك١٨:صفر حوالى ١ - ٤٪. ونسب الأحماض الدهنية تختلف كثيراً داخل النوع ومن نوع لآخر. فزيت الرنجة يتميز بنسب عالية من أحادى عدم التشبع monoenes طويل السلسلة عادة حوالى ٣٠٪ وأحياناً أكثر، وزيت المنهادن menhaden به أكثر من ك١٤:صفر وأقل من ك٢٢:١ عن زيوت السمك الأخرى. وفيما عدا ك٢٠:١ ، ك٢٢:١ فإن تكوين الأحماض الدهنية وصفياً مشابه لكل الجليسريدات الثلاثية فى كل زيوت السمك (الجدول ١). والأحماض الدهنية وحيدة عدم التشبع monoenoic الموجودة بكميات جوهرية تشمل ك١٦:١ ، ك٢٠:١ ، ك٢٢:١ والأخيران خارجيان ينتجان من مكونات غذائية. وحمض السيتوليك cetoleic acid ك٢٢:١ ω١١ هو المشابه الأساسى فى حين حمض الاوروسيك erucic acid ك٢٢:١ ω٩ نسبياً مكون صغير.

وأكثر من ٩٠٪ من الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع ح.د.ع.ش polyunsaturated PUFAs fatty acids فى زيوت السمك هى من تركيب ω-3 ٣-ω : مجموعة إيثيلين على ذرة الكربون الثالثة من النهاية غير القطبية أو ω للجزىء. وهذه الـ ح.د.ع.ش PUFAs تكون نسباً حتى ٣٠-٤٠٪ من الأحماض الدهنية الكلية فى حين أن الأحماض الدهنية ω-٦ ω-6 تكون أقل من ١٠٪. وبالعكس فإن ح.د.ع.ش PUFAs فى الزيوت النباتية كلها تكاد تكون من ω-٦ ω-6 مع أقل من ٥٪ ω-٣ ω-3.

جدول (١): مدى بعض الأحماض الدهنية فى زيوت السمك التجارية.

الحمض الدهنى	مدى الأحماض الدهنية الكلية		
	زيت منهادين	زيت رنجة من أمريكا الشمالية	زيت البورى
ك١٤:صفر	١٢,٢-٧,٢٠	٨,٤-٤,٦	١١,٥-٤,٦
ك١٦:صفر	٢٥,٦-١٥,٣	١٨,٦-١٠,١	٣٣,٧-٢٠,٢
ك١٦:١	١٥,٨-٩.٣	١٢,٠-٦,٢	٢٩,٣-١٣,٤
ك١٧	٣,٠-٠,٢		صفر-٨,٢
ك١٨:صفر	٤,١-٢,٥	٢,١-٠,٧	٥,٤-١,٨
ك١٨:١	١٣,٨-٨,٣	٢٥,٢-٩,٣	١٣,٦-٧,١
ك١٨:٢	٢,٨-٠,٧	٠,٦-٠,١	٢.٧-٠,٧
ك١٨:٣	٢,٣-٠,٨	صفر-١,١	١,٣-٠,٣
ك١٨:٤	٤,٠-١,٧	٢,٨-١,١	٤,٥-٠,٨
ك١٩			صفر-٢,٥
ك٢٠:٥	١٦,٣-١١,١	١٥,٢-٣,٩	٨,١-٤,٦
ك٢٢:١	١,٤-٠,١	٣٠,٦-٦,٩	
ك٢٢:٥	٣,٨-١,٣	١,٣-٠,٣	٤,٦-١,٧
ك٢٢:٦	١٣,٨-٤,٦	٧,٨-٢,٠	٣,٩-٠,٧

وزيوت السمك تتميز باحتوائها على ω-٣ أ.د.ع.ع.ش ω-3 HUFAs وذات خمس أو ست روابط إيثيلينية ethylenic bonds وتكوينها

يعكس تكوين الغذاء وعوامل البيئة الأخرى خاصة درجة حرارة الماء. فالسمك من الماء الأبرد يحتوى كميات أكبر من أ.د.ع.ع.ش HUFAs والذى يسمح بمرونة أكثر فى غشاء الخلية. وبالنسبة لصحة الإنسان فإن الـ أ.د.ع.ع.ش HUFAs الأكثر أهمية هى إ.خ.إ EPA (ك $_{٢٠:٥}$ ω-٣) والـ د.س.إ DHA (ك $_{٢٢:٦}$ ω-٣). ومن الممكن أن يكون ٥٠٪ من الأحماض الدهنية فى بعض الأنواع هى من هذه الأحماض الدهنية ولكن التركيز العادى هو ١٧,٥ - ٣٣٪ مع تغيرات كثيرة بين الأنواع. والسالمون الوردى يحتوى ٣٢٪ أ.د.ع.ع.ش HUFAs فى حين أن السمك الأسود sablefish يحتوى على ٧٠٪ فقط.

وتأثير عوامل البيئة على أ.د.ع.ع.ش HUFAs تتبين بالفرق بين د.س.أ DHA فى زيت المنهادن menhaden فدراسة وجدت أن محتواه من د.س.إ DHA كانت ٧,٣ - ١٣,١٪ فى الساحل الأطلنطى بينما كان المحتوى فى شاطىء الخليج (المكسيك) ٤,٢ - ٨,٢٪. ودراسة أخرى لزيت الرنجة بينت أن إ.خ.إ EPA من سمك من الأسكا تراوحت مابين ١١,٤ - ١٥,٢٪ بينما الرنجة من الشاطىء الشرقى الكندى كانت ٣,٩ - ٨,٨٪ فقط. ومعظم البيانات المجمعة تأتى من عينات وحيدة و/أو من أعداد صغيرة من الأسماك. ويجب ملاحظة أن هناك إختلافات مابين الأنواع وكذلك فى النوع الواحد وتتأثر هذه الاختلافات بالموسم وبالسنة التى تم الصيد فيها والموقع الجغرافى ودورة الفقس ودرجة حرارة الماء والملوحة وتكوين الغذاء المتاح والذى يتأثر بالعوامل السابقة ويساهم بأهم عامل، بل إن تحليل زيوت السمك من آلاف أو ملايين السمك يتغير (الجدول ١). والبيانات التى يمكن الاعتماد عليها إحصائياً ناقصة بالنسبة للأحماض الدهنية لكل الأنواع تقريباً. وهناك ١٠٪ إختلاف مابين محتوى الدهن فى السمكة لنفس النوع. والزيت كناتج ثانوى لتصنيع الجريش يكون له محتوى دهنى مختلف عن الزيت من نفس النوع species والذى استخلص بالمذيب ربما بسبب الفوسفوليبيدات المتبقية فى جريش السمك و أ.د.ع.ع.ش HUFAs أكثر تأثراً بهذه الظاهرة.

زيوت الكبد liver oils

تحتوى زيوت الكبد على نسب مختلفة قليلاً من أحماض دهنية فى الجليسريدات الثلاثية والفوسفوليبيدات وكذلك مكونات صغيرة عن زيوت الجسم. وتركيز د.س.إ DHA عادة أعلا فى زيوت جسم الرنجة والمنهادن. وزيوت كبد سمك القرش قد يكون بها كميات من ايثيرات ثنائى اسايل الجليسريل diacylglyceryl تقترب من تلك الخاصة بالجليسريدات الثلاثية وهذه الايثيرات الجليسرية توجد - ولكن بدرجة أقل كثيراً - فى بعض زيوت جسم سمك القرش وبعض أنواع قليلة أخرى من أنواع السمك. والأحماض الدهنية لهذه الألكوكسى ثنائى الجليسريدات alkoxydiglycerides يسودها أحماض مشبعة ووحيدة عدم التشبع monoenoic فى الجزء المتصل بالإيثير والأحماض الدهنية المتصلة بالاستر تكون حوالى ٢٥٪ أ.د.ع.ع.ش HUFAs.

المكونات الصغرى minor components

الفوسفوليبيدات وهى حوالى ٥٠٪ ليسيثين، ٢٥٪ سيفالين cephalin تساهم فى الأحماض الدهنية الكلية خاصة أ.د.ع.ع.ش HUFAs. والفوسفوليبيدات تتصل بأغشية الخلية ولذا فهى نادرة فى الزيت كناتج ثانوى لإنتاج الجريش. والأيدروكربونات توجد بمستويات منخفضة جداً فى معظم زيوت السمك ولكن زيت الكبد لعدة أنواع من سمك القرش قد يحتوى ٩٠٪ سكوالين squalene (الصورة ١) مع كميات صغيرة من بريستين pristine وزامين zamene وهى توجد عادة فى زيوت السمك التى تحتوى الكوكسى ثنائى الجليسريد alkoxydiglyceride.

والستيرولات ومعظمها كوليسترول (الصورة ١) توجد دائماً فى زيوت السمك الخام بتركيزات مابين ٥ – ٨ مجم/جم زيت والمعاملة يمكنها أن تزيل كثيراً من الكوليسترول الحر وبعض استرات الكوليسترول واسترات الشمع قد توجد فى بعض الأنواع ولكنها لاتوجد فى زيت السمك وكبده التجاريين.

وزيوت جسم السمك تحتوى نسباً منخفضة نسبياً من فيتامين أ، د ولكن زيوت الكبد تحتوى نسباً أكبر كثيراً. وزيت المنهادن يحتوى على ٢٠٠ – ٥٠٠ وحدة دولية فى كل جرام فيتامين أ، ٥٠ – ١٠٠ وحدة دولية/جم فيتامين د. والهلبوت halibut وسمك القرش والتونا تحتوى على كميات تصل إلى ٧٠٠٠٠ وحدة دولية/جم فى زيت الكبد من فيتامين أ، بينما زيت كبد القد cod يحتوى على ٦٠٠٠ وحدة دولية/جم. وفى زيت كبد التونا قد تصل نسبة فيتامين د إلى ٢٥٠٠٠٠ وحدة دولية/جم بينما هى فى زيت كبد الحوت لاتصل إلى ١٠٠ وحدة دولية/جم. وفيتامين ئى E يوجد بكميات صغيرة مشابهة لمحتواه فى الزيوت النباتية فهو يوجد بنسب تتراوح مابين ٤٠ – ٦٣٠ ميكروجرام/جم وزيت كبد الحوت ٥٦٠ ميكروجرام/جم وزيت الرنجة حوالى ١٠٠ ميكروجرام/جم.

وصبغات الكاروتينويدات مثل الاستازانثين astaxanthine توجد كنتيجة لوجودها فى الغذاء وتعطى لون برتقالى أحمر للزيت.

كما توجد منتجات الأكسدة والتحملؤ مثل الأحماض الدهنية الحرة والأمينات والبيروكسيدات والكربونيلات والمركبات الطيارة بدرجات مختلفة وتعكس ثبات الدهن. وملوثات الفساد يمكن أن تساهم بروائح غير مرغوبة وكذلك نكهات غير مرغوبة فى الزيوت المستخلصة والمواد غير الذائبة مثل الرطوبة والقذارة والبروتين والصدأ تزال وتنقص إلى أقل من ٥٪. والمكونات الذائبة تشمل الصبغات والمعادن الآثار ومنتجات الأكسدة ونواتج التهدم (مثل الكبريت والفوسفور) والجليسريدات الأحادية والثنائية والمواد غير المتصبنة. والمكونات التى قد توجد أحياناً هى بقايا مبيدات الآفات وثنائى الفينيلات المكلورة chlorinated biphenyls وتتوقف على مصدر الزيت الخام. وإن كانت خطوات الهدرجة وإزالة الرائحة تزيل أو تخفض هذه المكونات إلى مستويات لايمكن تقديرها.

الثبات stability

إن تهدم زيوت السمك يتصل بالأكسجين و/أو الحرارة والأحماض الدهنية الحرة هي نواتج لتحلل الجليسريدات الثلاثية ومستويات أعلا من ٣٪ تدل على زيت قليل الجودة. ومعظم التغيرات هي نتيجة لأكسدة الأحماض الدهنية في الجليسريدات الثلاثية. فرابطة الإيثيلين في الأحماض الدهنية متفاعلة جداً وترتبط بالأكسجين والبيروكسيدات ولأن زيوت السمك غير مشبعة جداً فهي تتأكسد من الهواء أسرع من تأكسد الزيوت النباتية. ويحدث فترة حث خلالها لاتحس التغيرات ويتبعها أكسدة ذاتية autoxidation وتتكون شقوق حرة free radicals وتكاثر سلسلة الشقوق الحرة (الصورة٣).

وأثناء هذا الوقت تتفاعل الشقوق الحرة مع الأكسجين لتكون أيدروكسيدات ونواتج الأكسدة النهائية تشمل البيروكسيدات والكربونيلات مثل المالونالدهايد malonaldehyde ومركبات نكهة ورائحة غير مرغوبة والتي تنتج عن تهدم البيروكسيدات وأكسدة نواتج تكسر المنتجات. والزيادة في الكربونيلات والأيسدروبيروكسيدات تكافئ تقريباً أخذ الأكسجين أما التكسر في فترة الحث فأقل حدة. وإذا قورنت بالزيوت الأخرى فإن زيوت السمك تزيد في مقدار قيمة البيروكسيد مبكراً.

النكهات والروائح flavors & odors

النكهات والروائح السمكية تتكون مبكراً في الأكسدة وحتى لو أن قيمة البيروكسيد قد تكون منخفضة فإن النكهات المرتدة reversion flavors والتي تعرف بإسم "الفاصوليا beany" أو "النجيل grassy" قد توجد والإرتداد يتميز بالرجوع إلى نكهات ماقبل المعاملة وقبل التخزين وتحدث قبل إبتداء التزنخ. ورائحة ونكهات التزنخ مثلها مثل بقية الزيوت والدهون. وأحسن ثبات لزيت السمك يكون بالتخزين على درجات حرارة منخفضة مع إستبعاد الأكسجين. وإذا أنتجت الزيوت من سمك لم يبرد فإن الفساد البكتريولوجي والإنزيمي يكون قد حدث وتنتقل المواد الطيارة النتروجينية في الزيت خاصة ثالث ميثيل أمين trimethylamine وتظهر بعد ذلك مركبات الكبريت ذات الرائحة الذميمة والتي قد تعمل كمثبطات للحوافز.

ووجود مواد مساعدة على الأكسدة pro-oxidants مثل أحماض دهنية حرة ومكونات أخرى طبيعية كهيماتين والأيونات المعدنية والبيروكسيدات ثم الحرارة والهواء والضوء وأيضاً مضادات الأكسدة ومستويات من أحماض دهنية ω-٣ تحدد من طول فترة الحث ودرجة التزنخ.

مضادات الأكسدة antioxidants

تعمل مضادات الأكسدة بتركيزات منخفضة على تثبيط معدل تفاعل مادة مؤكسدة مع الأكسجين بالتفاعل مع الشق الحر مبكراً في عملية الأكسدة. والمركب الوسطي المتكون لايستطيع إستمرار تفاعل سلسلة الشق الحر. وتضاف مضادات أكسدة مخلقة - عديد الفينولات - إلى زيوت السمك لإطالة فترة الحث لأنها أكثر فاعلية عن مضادات الأكسدة الطبيعية. وتوجد التوكوفيرولات - ثمانية

خطوة الابتداء initiation step

ر - ك = ك - ك - ر١ ← ر - ك = ك - ك - ر١ (شق سلسلة أيدروكربونية)

خطوات التكاثر propagation steps

ر - ك = ك - ك - ر١ + أ٢ ← ر - ك = ك - ك - ر١ (شق ايدروبيروكسى)

ر - ك = ك - ك - ر١ + ر - ك = ك - ك - ر١ ←

ر - ك = ك - ك - ر١ + ر - ك = ك - ك - ر١

تهدم الايدروبيروكسيدات يكون شقوقاً إضافية:

ر - ك - أأيد ← ر - ك - أ + أيد

ر١ ر١

أكسدة الدهون

ض يد يمثل مضاد الأكسدة

ر - ك - ك = ك - ر١ + ض يد ← ر - ك - ك = ك - ر١ + ض

ر - ك - ك = ك - ر١ + ض يد ← ر - ك - ك = ك - ر١ + ض

ض + ر - ك = ك - ك - ر١ (لايتفاعل)

ض + ض ← ض ض (ينتهى)

نشاط مضاد الأكسدة

صورة (٣): الأكسدة وتكاثر سلسلة الشقوق الحرة مؤدية إلى التزنخ. مضاد الأكسدة يثبط ويوقف تكاثر الشقوق الحرة.

أو أكثر – ولكن معظمها α-توكوفيرول توجد بتركيزات في زيت السمك من ٤٠ – ٦٣٠ ميكروجرام/جم من الزيت. والتوكوفيرولات تتأكسد بسهولة وتهدم بالحرارة. وهناك عدد من المركبات تعمل كمؤازرات/معضدات كمضادات الأكسدة مثل الليسيثين والسكوالين ومنحيات المعادن sequestrants مثل أحماض الاسكوربيك والسيتريك والفوسفوريك.

الأهمية الغذائية dietary importance

يختلف زيت السمك في تكوينه تبعاً لنوع السمك المستخدم والتوزيع الجغرافي والوقت من السنة ويتأثر بما كان يأكله السمك وهو عال في الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع ن-٣ سواء من مياه باردة أو إستوائية. كما تتميز زيوت السمك بنسبة عالية من الأحماض ١٤: صفر، ١٦: ١ وأحماض دهنية عديدة عدم التشبع غير عادية مثل ١٦ : ٢، ١٦: ٣، ١٦: ٤، ١٨ : ٤ (الجدول ٢).

الجدول (٢): تكوين الأحماض الدهنية (وزن٪) لبعض الزيوت.

الحمض	الأنشوجة	الرنجة	زيت كبد القد	بلشار	كيبلين	زيت سمك منهادن مهدرج جزئياً
١٤ : صفر	٨,٣	٨,٥	٣,٣	٦,٩	٦,٥	٧,٢
١٦ : صفر	١٩,٥	١٤,٣	١٣,٤	٢٠,٣	١٠,٧	١٣,٥
١٦ : ١	٩,٠	٦,١	٩,٦	٩,٤	٩,٣	٩,١
١٨ : صفر	٣,٣	١,٠	٢,٧	٣,٧	١,٣	٢,٤
١٨ : ١	١٥,٤	٩,٧	٢٣,٤	١٣,٧	١٤,٠	١٤,١
١٨ : ٢ ن-٦	٠,٩	١,٤	١,٤	١,٠	١,٢	١,٧
١٨ : ٣ ن-٣	٠,٤	١,٥	٠,٦	–	٠,٧	٠,٢
١٨ : ٤ ن-٣	١.٨	٣,٠	١,٠	–	٥,٣	–
٢٠ : ١	٢,٧	١٥,٥	٧,٨	٣,٥	١٢,٧	١٦,٨
٢٠ : ٥ ن-٣	١٨,٢	٥,١	١١,٥	١٩,٦	١٠,٠	–
٢٢ : ١	١,٦	٢١.٨	٥,٣	٢,٦	١٠,٦	١٨,٩
٢٢ : ٦ ن-٣	١٠,٩	٦,٥	١٢,٥	٩,٣	٩,٦	–

ويمكن أن يكون زيت السمك ملوثاً إذا صيد من مياه ملوثة وقد وجد ثاني فينيل عديد التكلور polychlorinated biphenyls (ث.ف.ع.ك PCBs) في زيت كبد السمك من البحر البلطيقي وهي عادة منخفضة في زيوت السمك الباسيفيكي والأطلنطي.

وزيوت السمك تأتي من زيوت كبد السمك مثل كبد القد والهليوت وزيت كبد سمك القرش وزيوت جسم السمك وعادة تأتي من الأنشوجة والكيبلين والمنهادين والسردين.

زيت كبد السمك fish-liver oils

إن المصطلح "زيت كبد القد cod-liver oil" يستخدم لتعريف زيوت آتية من النوع *Gaddus* وتشمل زيت من القد والبلوق pollock والـ saithe والأبيض whiting. وينتج زيت كبد القد

بسلأ كبد القد وإزالة الرائحة وإضافة توكوفيرول لمنعه من التزنخ. وكل ١٠مل زيت كبد قد تعطى ١٢٠٠ ميكروجرام من الريتينول ، ٢٠ ميكروجرام من فيتامين د وحوالى ٢جم من أحماض الدهنية ن-٣. وزيت كبد القد فارماكوبيا بريطانية BP مقوى ويحتوى الضعف من فيتامين أ، د. أما زيوت الهلبوت وكبد القرش فهى تحتوى على كميات أكبر من الريتينول وأحياناً ينتج عنها تسمم فيتامين أ (الجدول ٣). وزيت كبد القرش يحتوى كميات جوهرية من السكوالين وإيثيرات الجليسرول.

جدول (٣): تركيز الريتينول فى بعض أنواع زيوت السمك.

الزيت	ريتينول (ميكروجرام/١٠٠ جم)
زيت جسم السمك	٦٥ - ١٣٠٠
زيد كبد القد	١٤٠٠٠
زيت كبد القد فارماكوبيا بريطانية BP	٢٨٠٠٠
زيت كبد القرش	١٣٥٠٠-١٨٠٠٠٠
زيت كبد الهلبوت	٦٠٠٠٠٠-١٠٨٠٠٠٠٠

زيوت جسم السمك fish-body oils

زيوت جسم السمك تميل إلى إحتواء كميات من فيتاميني أ، د أقل بكثير من زيوت كبد السمك ولكنها تحتوى كميات جوهرية من أحماض دهنية ن - ٣. وزيوت الكيبلين والرنجة والاسقمرى تحتوى تركيزات عالية من حمض الجادولييك gadoleic (٢٠:١ ن-١١) وحمض السيتولييك (٢٢ :١ ن-١١). أما زيوت الأنشوجة والسردين والبلشار فتحتوى على تركيزات أقل بكثير. وبعض زيوت جسم السمك وعادة ذات المحتوى المنخفض من ك٢٠:٢٢ وحيدة عدم التشبع تستخدم فى تحضير مركزات أحماض دهنية ن-٣ وإن كان معظم زيوت جسم السمك يجرى لها هدرجة جزئية لإستخدامها فى الجريش وفى دهون التنعيم.

وزيت السمك المهدرج جزئياً يحتوى نسباً عالية من ك(٢٠)-(٢٢) أحادية عدم التشبع وكذلك أحماض دهنية ثنائية عدم التشبع. وهذه الأحماض الدهنية مع المحتوى من أحماض جادولييك وسيتولييك تؤدى إلى شحام قلبى مؤقت transient cardiac lipidosis إذا غذيت بكميات تتجاوز ٥٪ من الطاقة.

تأثيرات صحية لزيوت السمك
health effects of fish oils

زيت كبد الحوت معروف فى منع ومعالجة جفاف العين xerophthalmia والكساح rickets. وقد وجد أن زيوت السمك حسنت من حالات الصداف/الصدفية psoriasis وإلتهاب المفاصل الرَّثَيَانى rheumatoid arthiritis. كما أن الأحماض الدهنية ن-٣ الموجودة فى زيت السمك لها تأثيرات حية بالنسبة لمرض القلب الوعائى cardiovascular. وإستهلاك مضافات زيت السمك (الإضافى) يقلل من تركيزات الجليسريدات الثلاثية فى البلازما. ومضافات من زيت السمك المحتوية على الأقل ٢جم/يوم من أحماض دهنية ن-٣ أيكوساخامس إينويك إ.خ.إ EPA ودوكوساسداسى إينويك د.س.إ DHA لهما تأثيرات فى خفض ضغط الدم فى المرضى الذين هم على حدود ضغط الدم المرتفع. والإستهلاك

المنتظم لزيت السمك أو السمك الدهنى يؤدى إلى زيادة طفيفة فى وقت الإدماء ويعتقد أن هذا راجع إلى إلتصاق الصفائح platelets.

والدراسات الحيوانية تبين أن الأغذية التى تحتوى على زيوت سمك ١٠-٢٠٪ بالوزن من الغذاء تثبط عملية التعصد atherogenic بعيداً عن تركيزات الكوليسترول. وزيوت السمك التى تحتوى إ.خ.إ EPA و د.س.إ DHA تقلل من المواد المتعلقة بالنمو الخُياضى mitogenic والتى تسبب تكاثر العضل الأملس smooth muscle proliferation.

والحيوانات التى تغذى زيت السمك لمدة طويلة تقلل من تعرضها للأورام الخبيثة وتكبح عدة أمراض ذاتية المناعة autoimmune. (Macrae)

سم

سم — **poison**

أنظر: زعاف

تسمم الارجوت — **ergotism**

أنظر: ارجوت

تسمم بوتشيلينى — **butulism**

أنظر: بوتشيلينى

سَمَن

سمنة/بدانة — **obesity**

أنظر: بدانة

سَمْنَة — **samna**

بالرغم من كونها مشابهة للجى ghee ودهون اللبن المركزة فهى لها أهمية خاصة فى صناعة الألبان فى مصر. وهى عبارة عن دهن لبن نقى ومروق ينتج فى مصر وعادة يحضر من لبن الجاموس أو لبن البقر اللذان يكونان ٦٣,٥٪، ٣٥٪ بالتتابع من اللبن الناتج فى مصر. وتحضر كميات صغيرة من السمنة من لبن الخراف والماعز والذى يمثل ١٪، ٠,٥٪ بالتتابع من إنتاج اللبن الكلى.

والغرض الأساسى لصناعة اللبن البدائية فى المناطق القروية من مصر هو فصل دهون اللبن لعمل الزبد ولتحويل الباقى إلى منتجات تستهلك كما هى أو بعد التخزين خلال السنة. وفى دلتا مصر يضع الفلاحون اللبن فى شوالى (أوعية من طين) أو أوانى خزفية ويتركوها فى مكان دافىء مظلم حتى ترتفع الكريمة واللبن يتجمع فتزال طبقة الكريمة وتضرب إلى زبد والذى يحول إلى سمنة. وعمل السمنة كان معروفاً فى الأسرة الأولى (٣٢٠٠ ق.م).

عمل السمنة بالطريقة التقليدية
samna making by the traditional method

تعتمد الطريقة التقليدية لعمل السمنة أساساً على خواص الزبد من حيث قيمة درجة الحمض والمذاق والرائحة والوزن. والمعلم الأخير (الوزن) مهم فى تحديد كلاً من إتاء السمنة وكمية الملح التى تضاف إلى الزبد قبل عملية التصنيع.

تسييل الزبد وإضافة الملح
liquefication of butter & addition of salt

يوضع الزبد فى وعاء صلب غير قابل للصدأ أو ألومنيوم مع تجنب الأوانى الحديد أو النحاس لأن السمنة إذا لوثت بالمعادن الثقيلة تسرع من أكسدة الدهن. وتسخن الزبد مع التقليب المستمر حتى تسيل (٥٠ - ٦٠°م) ويضاف الملح بمعدل حوالى ٢ - ٤٪ من وزن الزبد.

وتؤدى إضافة الملح إلى: ١- نقص فى محتوى الرطوبة فى السمنة الناتجة لأن الملح يزيد من نقطة غليان الماء فى الزبد. ٢- يساعد فى فصل الدهن الذى يرتفع نتيجة إختلاف الكثافة بين أطوار الدهن واللادهن. ٣- تزيد من كمية الناتج الثانوى "مورته" وعمر الرف لها. ٤- يلعب الملح دوراً هاماً فى ترسيب البروتينات فى الزبد أثناء الغليان. وبجانب ذلك يعتقد بعض صانعى السمنة أن إضافة مستويات عالية من الملح أثناء صنع السمنة ضرورى لتخزين السمنة لمدة طويلة ولكن هذا الرأى خاطىء لأن: ١- الملح ليس قابلاً للذوبان فى الدهن وعلى ذلك فليس له تأثير محافظ. ٢- تلوث الملح بالمعادن الثقيلة مثل الحديد والنحاس يسرع من تدهور الدهن. ٣- الملح ماص جيد للماء وبذا فإن وجود الملح فى السمنة يمكن أن يزيد مستوى الرطوبة وبالتالى خطر التزنخ. وعموما فبعد تسخين الزيت وتمليحه ترشح خلال قماش مثل قماش الجبن لإزالة أى مادة غريبة مخلوطة بالزبد وفى حالات زبد جيد الجودة فإن هذه الخطوة تزال.

غلى الزبد وإنضاجه
butter boiling & ripening

غلى الزبد وإنضاجه هما أهم أجزاء عملية عمل السمنة بالنسبة لجودة المنتج. فالزبد المسيل يسخن حتى ٩٠ - ٩٦°م وفى أثناء التسخين تتكون رغوة تعرف بإسم رغوة الغليان. وعند هذه النقطة يجب تخفيض مستوى التسخين وبعد إختفاء الرغوة يبتدىء الغليان المنتظم للدهن. وبعد فترة من الوقت تظهر جسيمات عائمة وهى تتكون أساسا من بروتينات وفوسفوليبيدات.

وبعض صناع السمنة يفضلون إزالة الجسيمات العائمة ولكن غيرهم لايفضل ذلك وعموما عند ١٠٣ - ١٠٧°م فإن معظم الجسيمات تترسب إلى قاع الوعاء وعند ١٠٧ - ١١٠°م فإن كمية الجسيمات اللادهنية تزيد وعند ١١٠- ١١٥°م فإن كل الجسيمات اللادهنية تترسب لتكون "المورتة" وهذه لها نفس لون السمنة أى أصفر براق. وعند ١١٥ - ١٢٥°م يصبح لون المورتة غامقا ولون السمنة المطبوخ المميز يبتدىء فى الظهور وفوق ذلك فإن رغوة تظهر فجأة وعند هذه النقطة يجب وقف التسخين (وهذه الرغوة تسمى رغوة الإنضاج). والتسخين الشديد بعد هذا الطور يؤدى إلى : ١- إنتاج منتج أغمق. ٢- الجسيمات اللادهنية المترسبة تبتدىء فى التشتت مرة أخرى وتتعلق ثانية وتصبح صعبة الفصل. ٣- السمنة تكتسب نكهة غير مرغوبة . ٤- السمنة الناتجة لها قيمة حفظ فقيرة نظرا للجسم الضعيف الآتى من تبلر الدهن.

وقيمة السمنة تعتمد على ضبط الغليان والنضج وخبرة الصانع. فمثلا التقليب المستمر أثناء

الغليان مهم جداً لتجنب تأثيرات زيادة الطبخ وكذلك الوقت الذى يجب أو يوقف فيه التسخين والتقليب، فكل هذا يجب ضبطه بواسطة صانع السمنة.

الصفق والترشيح
decantation & filteration

يجرى الصفق والترشيح عندما تكون السمنة قليلة السخونة. فطبقة الدهن الرائقة تصفق بصبها في وعاء آخر ويلاحظ أن وقف الصب يكون قبل مستوى الجسيمات المترسبة (المورتة). والجزء الأخير من السمنة يمرر خلال قماش جبن على الأقل مرتين للإحتفاظ بأى جسيمات تترسب والدهن الرائق يضاف للباقى.

تعبئة السمنة packaging of samna

تعبئة السمنة تعتبر عملية حيوية فالسمنة يجب ملؤها ساخنة (عند ٥٠°م) فى علب التخزين من أجل:

١- طرد أى فقاعات هوائية داخل العلب .

٢- تعمل كطريقة للتعقيم.

ويمكن إستعمال حاويات كثيرة لتعبئة السمنة فمثلاً برطمان من زجاج غامق اللون لتجنب الأكسدة التى يحدثها الضوء وعلب صفيح خالية من الصدأ أو قدور خاصة (تعرف بإسم "برانى" وتستخدم عادة فى مصر) وتصنع من طفل مع سطح داخلى مصقول glazed.

وأنسب ظروف تخزين السمنة هى درجات حرارة متوسطة مع البعد عن الضوء المباشر.

صناعة السمن بالطرق غير التقليدية
samna making by non-traditional methods

الفصل الميكانيكى mechanical separation

طريقة الفصل الميكانيكى تعتمد أساساً على فصل الدهن من المواد اللادهنية بإستخدام فاصلات خاصة. والناتج به نسبة دهن أعلا من السمنة المصنعة تقليدياً. ويعرف الناتج من هذه الطريقة بزيت الزبد butter oil.

العوامل التى تؤثر على القيمة الحفظية للسمنة
factors affecting keeping quality of samna

١- زيادة حموضة الزبد أو الكريمة يقلل من القيمة الحفظية للسمنة.

٢- المعاملة الحرارية للدهن أثناء العملية يجب ألا تقل عن ١١٠°م وألا تزيد عن ١٢٥°م.

٣- وجود أثار معادن ثقيلة مثل الحديد والنحاس.

٤- وجود هواء أو أكسجين فى القدور أو العلب.

٥- درجة حرارة التخزين.

٦- تعرض السمنة للضوء أثناء التخزين.

٧- إرتفاع مستوى الرطوبة و/أو المواد اللادهنية فى السمنة.

٨- وجود أو غياب مضادات الأكسدة الطبيعية.

خواص السمنة الجيدة
characteristics of good-quality samna

١- السمنة المنتجة من لبن البقر لها لون أصفر دهنى (نظراً لعلو محتواها من الـ β-كاروتين). ولكن فى حالة تحضير السمنة من لبن الجاموس

فإن دهن لبن الجاموس له لون أبيض مخضر قليلاً.

٢- السمنة يجب أن يكون لها نكهة مطبوخة حلوة خفيفة وخالية من التزنخ.

٣- السمنة يجب أن يكون لها قوام رملي (عند ١٠-٢٠°م).

٤- محتوى الدهن يجب ألا يقل عن ٩٩,٥٪ والرطوبة لاتزيد عن ٠,٣٪. والتحليل الكيماوى المتوقع يعطيه الجدول (١).

جدول (١): ثوابت الدهن للسمنة المصنعة من لبن البقر ولبن الجاموس.

ثابت الدهن	سمنة لبن البقر	سمنة لبن الجاموس
قيمة رايخرت-مايسل	≤ ٢٢	≤ ٢٥
قيمة بولنسكى	≥ ٢,٧	≥ ٢,٧
قيمة كيرشنر	≤ ١٩	≤ ٢٢
رقم التصبن	≤ ٢٢٠	≤ ٢٢٢
قراءة مقياس انكسار الزبد Butyrorefractometer	٤٠-٤٤	٤٠-٤٣

أحياناً يضاف زيوت مهدرجة أو دهون أخرى إلى السمنة ولتحديد هذا النوع من الغش يجب قياس ثوابت دهن اللبن مثل رايخرت-مايسل وبولنسكى وكيرشنر ورقم التصبن.

مضادات الأكسدة المستخدمة فى عمل السمنة antioxidation in samna making

أهم سبب للتدهور فى السمنة هو التزنخ التأكسدى الناتج عن التعرض للضوء والأكسجين. ولمنع هذه الظاهرة يضاف مضادات أكسدة وهى تتميز بالآتى:

١- مضادات أكسدة طبيعية والتى توجد فى السمنة حيث تأتى من اللبن مثل الفوسفوليبيدات وفيتامين نى (التوكوفيرول).

٢- مضادات أكسدة آتية من مواد غير دهنية (بروتينات أثناء عملية التسخين مثل مجموعات سلفهيدريل sulphydryl groups (مجموعات كب-يد SH-).

٣- بعض المواد الطبيعية والتى يمكن إضافتها لأنواع من السمنة أثناء التعبئة مثل فول الصويا وبروتين القمح وحبوب الخلية والقرطم بمعدل ٠,٥ - ١٪.

٤- مواد كيماوية مثل جالات البروبايل بمعدل ٠,٠٠٣ - ٠,٠١ ولكن هذه المواد تستعمل نادراً.

القيمة الغذائية للسمنة nutritional value of samna

تتكون السمنة من دهن نقى فهى تعتبر مصدراً جيداً للطاقة. وبجانب ذلك فإن السمنة تعطى كميات جوهرية من الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهن مثل أ، د، نى وبجانب ذلك فإستخدام السمنة يحسن من مذاق الأكل.

المورتة: ناتج ثانوى لصناعة السمنة the by-product (morta) of samna making

المورتة ناتج ثانوى لصناعة السمنة وإذا أستخدم الزبد بدلاً من الكريمة فإن المورتة عادة تكون مكافئة لـ ٦٪ من وزن الزبد.

وتكوين المورتة يتوقف أساساً على عدة خطوات فى ظروف صناعة السمنة ولكنها عموماً:

الماء: ١٠ -١٨٪

الدهن: ٤٠ - ٦٥٪

المواد الصلبة غير الدهنية: ١٠ - ٢٥٪.

الرماد والملح: ١٠ - ١٥٪

وقيمة المورتة الغذائية ترجع إلى محتواها العالى من الفوسفوليبيدات. وتستخدم المورتة كما هى أو تستخدم فى عمل "المش mish".

(Abou-Donia & El-Agamy) in (Macrae)

سنوت/شبت anet/dill

الإسم العلمى	*Anethum graveolens*
الفصيلة/العائلة: الخيمية	Umbelliferae Apiaceae

بعض أوصاف

عشبة يبلغ علوها ٥٠ – ١٢٠ سم، ساقها مبرومة ومضلعة، أوراقها (٢ – ٣) فروع تخرج منها خيوط دقيقة، أزهارها صغيرة صفراء بمجموعات مغزلية، وثمارها بعد النضج تشبه العدس المجنح تمتد عليها خطوط سمراء.

الإستخدام

لها شذى ومذاق خاص يسيطران على مذاق الأطعمة إذا أضيفت طازجة وتستخدم فى تتبيل لحم البقر وبعض الأغذية البحرية كالجمبرى والسرطان. والأوراق الفضية الطرية المفرومة يتبل بها الحساء والزبد وتخلط مع سلطة الخيار والطماطم والخس والجبن وعش الغراب. ويستخدم بكثرة مع المخللات (الخضار والكبيس) مع الخل والخردل.

ويجفف الشبت/السنوت فى أفران خاصة – لأن تجفيفه منزلياً بالطريقة المعتادة يفقده جزءاً كبيراً من البذور. فللحصول على البذور تقطع العشبة من أعلاها قبل نضج البذور وتفرد فوق ورق نظيف حيث تنضج البذور وتنفصل من تلقاء نفسها فتجمع وتخزن فى إناء زجاجى محكم السد وعند الإستعمال تهرس/تدق البذور مع قليل من الملح وتستخدم برشها على الطعام أو تمزج معه. أما الحبوب الناضجة فتستخدم طبياً حيث تجفف جيداً قبل أن تخزن حتى لاتتعفن. ومغليها يستخدم فى غسيل العيون المتقيحة وكذلك تستخدم فى علاج الأورام فى الأعضاء التناسلية بعمل كمادات فى زيت الزيتون.

كما يستخدم مغليها فى تسكين مغص المعدة والأمعاء وفى طرد الغازات وتسكين آلام الحيض وإدرار اللبن فى المرضعات وكذلك فى علاج الأرق وفى علاج البواسير بحقنه فى الشرج.

ويجب ألا يسمح لمرضى الكلى بإستخدام الشبت بأى شكل كان.

والمواد الفعالة هى زيت طيار مع مادتى الكارفون carvon والليمونين limonin.

(الشهابى وأمين رويحة)

سوس، عرق liquorice / licorice / sweetroot

الإسم العلمى	*Glycyrrhiza glabra*
الفصيلة/العائلة: القرنية	Leguminosae

بعض أوصاف

عشبة يبلغ إرتفاعها حتى مترين، ساقها عمودية مخشوشبة، أوراقها عنقودية صغيرة بيضاوية الشكل، سطحها الأسفل لزج، أزهارها نيلية إلى زرقاء، عِنَبية الشكل، جذرها داخله أصفر اللون مخشوشب وزاحف وبغلظ أصبع اليد. وهو معمر والعود يسمى عود السوس والجذر يسمى عرق السوس.

الإستخدام

منقوع الجذور يستخدم كمشروب مرطب صيفاً. وهو يعالج الجزء الأعلى من الجهاز التنفسي وكذلك إلتهابات الكلى والمثانة والروماتيزم وداء النقرس وفى معالجة قرحة المعدة والإمساك.

(الشهابى وأمين رويحة)

سوربيتول sorbitol

أنظر: مواد حافظة/عطان

سولانين solanine

أنظر: قلويدات

ساب

الإنسيابية rheology

تعرف الإنسيابية بأنها دراسة تغير شكل وإنسياب المادة وهى تشمل عدة نواحى: (Macrae)

١- القياس

سلوك السوائل liquid behaviour

عند تحديد سلوك نظام سائل فإنه من العادة بحث/إستقصاء أسباب الضغوط عندما تنقص العينة/تجز العينة أى القوة فى وحدة المساحة التى تنتج عندما تتحرك "طبقات" من السائل على بعضها فى إتجاه الإنسياب وهذا يعطى تعريفاً تقليدياً للزوجة القص/الجز (الصورة ١).

معدل القص/الجز γ = س ÷ ع (ث$^{-1}$)

$(\gamma) = V / h\ (s^{-1})$

ضغط/إجهاد القص/الجز σ = ق ÷ م (باسكال)

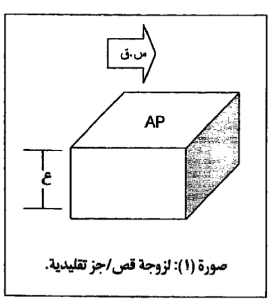
$\sigma = F / A\ (Pa)$

لزوجة/القص/الجز η = σ ÷ γ (باسكال)

$\eta = \sigma / \gamma\ (Pa)$

حيث: س= السرعة V=velocity ، ق = القوة F=force

، م = المساحة التى تعمل عليها A = area

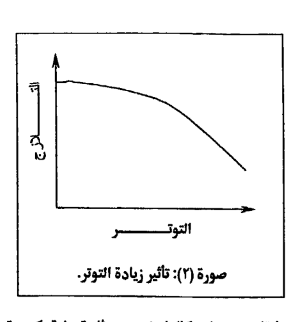


صورة (١): لزوجة قص/جز تقليدية.

ومدى معدلات القص/الجز فى صناعة الأغذية متسع من قيم منخفضة مثل ١٠$^{-٢}$/ثانية لسائل يسوى نفسه فى التوتر السطحى إلى ١٠^{٦}/ثانية فى تجفيف التقن slurries بالرشاش (ومضغ وبلع الأغذية يولد قيم قص/جز حوالى ١٠^{١}–١٠^{٢}/ثانية) وهذا يبين لنا صعوبات كبيرة بالنسبة لمعظم أنظمة الأغذية حيث أن عدداً قليلاً يسلك مسلكاً نموذجياً أو نيوتونيا Newtonian مع إجهاد قص متناسب مع معدل القص على معظم قيم معدلات القص.

ولما كانت اللزوجة أساساً متصلة بمعدل القص والضغط فمن الممكن أن يشغل مقياس اللزوجة viscometer بواحد من طريقتين: ١- إستخدام الدوران rotation وقياس عزم اللى torque المولد (التوتر المضبوط controlled strain). ٢- بإستخدام عزم لى torque ثابت وقياس السرعة

المولدة (الضغط المضبوط controlled stress).
ولهاتيـــن الطريقتـين مزاياهمـا وعيوبـهما فأجـهزة التوتر المضبوط رخيصة نسبياً وقوية ومفهومة جيداً ولكن لها مـدى قـص محـدود (١ – ١٠٠٠/ثانيـة). وأجهزة الضغط المضبوط لها مدى معدل قص أكبر ويمكنها عمل أشكال أخـرى من الإختبار (استطالة المعدن بحكـم الثقـل المسـتمر عليـه / ذبيـب ، متذبـذب .creep, oscillatory etc) ولكنها تميل إلى أن تكون غالية.



صورة (٢): تأثير زيادة التوتر.

تشغيل السوائل working liquids

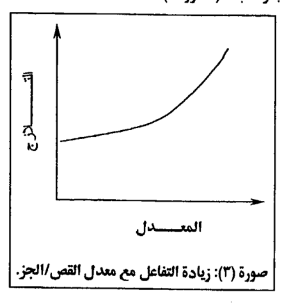
عندما نشغل سائل فإننا نعطيه طاقة. وهـذه القـوة force لها عــــدد من الخصائص يمكـن تعريفهـــا: ١– المسافة التي يتم التطبيـق عليـها. ٢– المسـافة التـي تعمـل عليها. ٣– المعـدل الـذي يعمـل عليـها. وبعـد ذلـك يمكننـا تعريـف الضغـوط (قـوة/ مسـاحة force/area) والتوتـــر strain النـــاتج (تغــير الشكل/المسخ النسبي relative deformation) وإذا أريد تحليل معقد آخر فإن هـذه القـوى يمكـن أن تحلل إلى ثلاثة مكونـات: قـوى التوتر tensile forces أو القـوى العاديـة عموديـة علـى مسـتوى القوة المطبقـة وقوتـا قـص أو مماسـة tangential موازيتين لها.

والتوتر strain (المسافة المتحركة) عنـد معاملـة أو قيـاس عينـة لها تأثـير كبـير علـى سـلوكها/ إنسـيابها الميكـانيكي. وإذا حركـت عينـة بحيـث أن مجـال الجزيئـات molecular domain أو عناصرهــا التركيبية لاتتفـاعل/تتداخـل فإن الشـبكة قد تصبح محملة حملاً زائداً وأخيراً تتكسـر (الصورة ٢).

فيقاس مستحلب كالمايونيز وهى ثابتة بطرق كهربية ساكنة electrostatic أو بطـرق إعاقـة steric قـد يكون لها قيمة منخفضة جداً من توتر حرج critical strain بعده يحدث ضرر تركيبي للمستحلب. ومـن المهم أن الإختبار والمعاملة يجريان بحيث لاتتجاوز هذه النقطة.

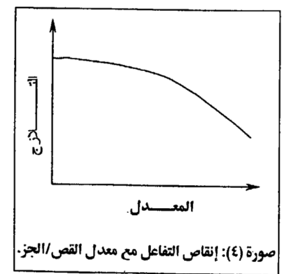
وبينمـا من الوجهـة العامـة زيـادة التوتـر يميـل إلى خفض التفـاعلات interaction فإن زيـادة معـدل القص قـد يزيـد أو ينقص مـن الدرجـات الظاهريـة للتفاعلات interactions. فإذا إعتبرنـا تأثير زيـادة معدل قص shear rate أنظمـة بوليمـر متشـابكة ذات سلسـلة طويلـة (مثـل عديـد سـكر طويـل السلسلة) على معدل قص قدره صفر فهذه السلاسل تكون متشابكة بواسطة الحركـة البراونية ويكـون لها درجة من التفاعل مؤسسة على الكبح constraint الفيزيقي. وبتحريـك واحـد مـن السلاسـل ببـطء بالنسبة للآخرين فإن مقاومة صغـيرة جـداً سـتقابل حيث الجزيئات يكـون عندهـا وقـت كـاف للسـماح بأى إعادة ترتيب يحتـاج إليـها. ولكـن إذا كـانت

نفس العملية أجريت على معدل أعلا فإنه الإشتباك لايكون عنده وقت لإعادة الترتيب ويقاوم مثل هذه الحركة. وهذا ينتج مادة تظهر أنها تزيد من درجة التفاعل على معدلات قص أعلا. ومثل هذا النظام قد يصبح غير شغال إذا مثلا ماحاولت أن تضخها بسرعة جداً (الصورة ٣).



صورة (٣): زيادة التفاعل مع معدل القص/الجز.

ولكن إذا ثبت نظام على سبيل المثال بواسطة نوع من الروابط الأيدروجينية فإن زيادة في معدل القص/الجز قد يقلل من كفاءة التفاعل وهذا يؤدى إلى نقص في التلازج الظاهر (الصورة ٤).



صورة (٤): إنقاص التفاعل مع معدل القص/الجز.

والمعلمان التوتر strain والمعدل rate عندما يضمان يعطيان صورة إجمالية لسلوك السائل. وهذا "المستوى" plane الإنسيابى rheological قد يكون سطحياً جداً (سلوك نيوتونى أساسى) أو عادة منحنى بشدة steeply curved (سلوك غير مثالى non-ideal behavior). وما يتبع عدم تقدير الخواص الفيزيقية على إختبار مناسب قد يكون كارثة فى التنبؤ بسلوك المعاملة.

السلوك كدالة للزمن
behavior as a function of time

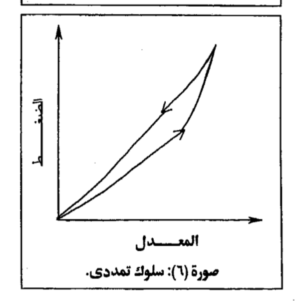
فى وصف الأنواع المختلفة للسلوك غير النيوتونى non-Newtonian فإنه فهم ضمناً أنه بالرغم من أن لزوجة السائل قد تختلف مع معدل القص/الجز فإنها كانت مستقلة عن الزمن الذى طبق فيه معدل القص/الجز وأيضاً فإن تقديرات متكررة على نفس معدل القص تعطى دائماً نفس اللزوجة. وهذه يجب أن تعتبر الحالة المثالية حيث أن معظم المواد الغذائية غير النيوتينية non-Newtonian غروية فى طبيعتها وعلى ذلك فإن العناصر المنسابة قد لاتتهيأ مباشرة للأحوال الجديدة سواء كانت جسيمات أو جزيئات كبيرة macromolecules وعلى ذلك فإن مادة كهذه عندما تعرض إلى معدل قص/جز خاص فإن ضغط القص/الجز وبالتالى اللزوجة تنقص مع الزمن. وبالإضافة عندما يزال ضغط القص/الجز - حتى لو أن التركيب الذى تم كسره عكسى - قد لاتعود إلى تركيبها الأصلى (حالة خمود الإنسياب rheological ground state) مباشرة. والشيء العام فى هذه المواد هى أنها تعرض تدريجياً لزيادة معدل القص/الجز ويتبع

ذلك مباشرة معدل قص/جز ينقص إلى الصفر ثم المنحنى النازل down curve يتم إحلاله بالنسبة للمنحنى الصاعد. ومنحنى الإنسياب rheogram يظهر أنشوطة/حلقة الاحتفاظية hysteresis loop.

وفى حالة مواد اللدائن وشبه اللدائن فإن المنحنى النازل يتم إحلاله إلى أسفل المنحنى الطالع (صورة ٥) بينما للمواد المتمددة dilatant substances يحدث العكس (صورة ٦).

المعـــدل

صورة (٥): سلوك المواد اللدائنية وشبه اللدائنية.



صورة (٦): سلوك تمددى.

ووجود حلقة/أنشوطة الاحتفاظية hysteresis loop يبين أن التكسر breakdown فى التركيب قد حدث ومساحة الحلقة loop يمكن أن يستخدم كدليل على درجة التكسر breakdown.

والمصطلح المتبع فى وصف هذا النوع من التغير هو تسييل القوام عكسياً بالرج thixotropy ومعناها "التغير باللمس" وهذا المصطلح يجب ألا يستخدم إلا مع متحارر isothermal متحول صل-جل. ولكن أصبح من المعتاد وصف شىء بأنه يسيل القوام عكسياً بالرج thixotropic مادام يظهر إنخفاضاً عكسياً متوقفاً على الزمن فى اللزوجة الظاهرية. والمواد التى تسيل عكسياً بالرج thixotropic عادة تتكون من جسيمات غير متناظرة asymmetric particles أو جزيئات كبيرة يمكنها أن تتفاعل بعدة روابط ثانوية لإنتاج تركيب ثلاثى الأبعاد مفكك loose بحيث أن المادة تكون مثل الجل عندما لاتقص/تجز. والطاقة التى تمنح أثناء القص/الجز تزعج الروابط بحيث أن العناصر المنسابة تصبح مصطفة وتنخفض اللزوجة حيث أن تحول جل-صل قد حدث. وعندما يزال توتر القص/الجز فإن التركيب يميل إلى إعادة الشكل، وبالرغم من أن العملية لاتحدث مباشرة بل تزيد مع الزمن ومع عودة الجزيئات إلى الحالة الأصلية تحت تأثير الحركة البراونية. هذا بالإضافة إلى أن الزمن الذى يؤخذ للإستعادة (العودة) recovery والذى يمكن أن يختلف من دقائق إلى أيام متوقفاً على النظام، يكون مرتبطاً مباشرة بطول الوقت الذى كانت المادة قد

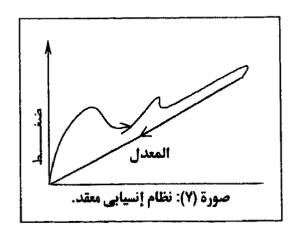
تعرضت أثناؤه إلى ضغط القص/الجز، حيث أن هذا يؤثر على درجة التكسر.

وفى بعض الحالات التركيب المتكسر لايستعاد أبدا مهما طال ترك النظام. وإعادة تحديد منحنى الإنسياب ينتج المنحنى النازل الذى حصل عليه فى التجربة والذى ينتج عنه تهدم المادة. وهذا السلوك يجب أن يشار إليه كتكسر القص/الجز shear destruction بدلاً من "تسييل القوام عكسياً بالرج thixotropy" والذى يعتبر تسمية خاطئة كما ذكر أعلاه.

ومن أمثلة مثل هذا السلوك "الجلات" (الجل المنتجة من سكريات عديدة ذات وزن جزيئى عال مثبتة بعدد كبير من الروابط الثانوية وهذه الأنظمة يحدث لها إعادة تنظيم شامل أثناء القص/الجز بحيث أن تركيب الأبعاد الثلاثية ينقص. وطبيعة مثل الجل الأصلية لايحدث لها إستعادة أبداً.

وحدوث مثل هذا السلوك المعقد يخلق مشاكلاً فى التقسيم العددى لأنه ليس فقط اللزوجة الظاهرية تتغير مع معدل القص/الجز بل أيضاً يكون هناك "لزوجتان" يمكن حسابهما لأى معدل قص/جز (أى من المنحنى الصاعد والمنحنى النازل). ومن المعتاد محاولة حساب لزوجة واحدة للمنحنى الطالع وأخرى للمنحنى النازل. وهذا بالطبع يفترض أن كل منحنى يكون مستقيماً على جزء من طوله وإلا فإن معدل قص/جز معرف يجب أن يستعمل: ولكن الموقف الأول عادة يكون مرضياً. وكل خط يستخدم للحصول على اللزوجة يمكن أن يمد/يستوفى إلى محور توتر القص/الجز لإعطاء قيمة إتاء yield مرتبطة به. ولكن القيمة المتحصل عليها من المنحنى الصاعد لها أى معنى حيث أن تلك المستوفاه/المحددة من المنحنى النازل سترتبط بالنظام المكسور broken-down. وعلى ذلك فإن الدليل الأكثر فائدة فى تسييل القوام عكسياً بالرج thixotropy يمكن الحصول عليه بتكامل المساحة الموجودة فى الحلقة loop. وهذا بالطبع لايأخذ فى الإعتبار شكل المنحنيات الصاعدة أو النازلة وبالتالى فإن مادتين يمكن أن ينتجا حلقتين loops ذات مساحتين متساويتين ولكن لهما أشكال مختلفة تمثل سلوكاً إنسيابياً مختلفاً تماماً. ولمنع أى تشويش فإنه من المستحسن تبنى طريقة بحيث أن تقدير قيم المساحة يصاحبة تقدير قيم الناتج yields. وهذا له أهمة خاصة مع منحنيات الإنسياب التى تظهر منحنيات صاعدة معقدة.

وهذا الموقف يمثل نوع حلقة loop يحصل عليها مثلاً مع بعض العينات من البارافين الطرى حيث المنحنى الصاعد يظهر عدداً من الانتفاخات (الصورة ٧). وهذه التى لها معدل قص/جز أكثر إنخفاضاً ترتبط بالفقد الأصلى للتركيب الثلاثى الأبعاد، بينما الإنحرافات الأنعم والتى تحدث على معدلات قص/جز أعلا ترتبط مع إعادة

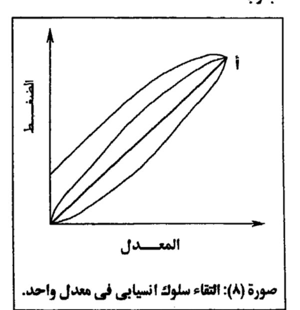


صورة (٧): نظام إنسيابى معقد.

توجيه/ترتيب جزيئية. وهذا السلوك عام فى الأغذية والنظم الدوائية وهو أحد أسباب صعوبة تقديرها.

ومع هذا المدى المتسع من السلوك الإنسيابى rheological behavior فإنه من المهم أن تجرى القياسات التى تعطى نتائج لها معنى. فإنه من الواجب ألا يستخدم فى تقدير اللزوجة على معدل قص/جز معين (مثلما قد يكون مقبولاً مع سائل نيوتونى) حيث أنها تؤدى إلى نتائج خاطئة مقارنة تماماً.

والصورة (٨) تعطى منحنيات إنسياب rheograms هى أمثلة لأنواع أربعة مختلفة السلوك الإنسيابى ولكنها تتقاطع عند نقطة أ A وهى مساوية لمعدل قص/ جز ١٠٠/ثانية. وعلى ذلك فإذا قدر قياس معدل القص/الجز المعين هذا فإن كل الأربع مواد يمكن أن تظهر بأن لها نفس اللزوجة بالرغم من أن كلها لها خواص وسلوك مختلف. وتقديرات النقطة الواحدة يمكن أن تكون مثالاً متطرفاً ولكنها تستخدم فى التركيز على أهمية (مناسبة) تصميم التجارب.



صورة (٨): التقاء سلوك انسيابى فى معدل واحد.

ويجب ملاحظة أنه بينما عمل قياسات للإنسياب المعقد قد يعطى معالم غير اللزوجة (مثلاً معامل التخزين والفقد storage & loss moduli) فإن المناقشات هنا يمكن أن تطبق، والزمن والقص/الجز يبقيان مشاكل رئيسية عند قياس أنظمة أغذية متغيرة. (Macrae)

سيرم serum

١- السائل الرفيع شبيه بالماء فى الحيوان.

٢- هو الجزء السائل من الدم الذى يبقى بعد إزالة البروتينات المتجلطة.

(Academic)

سيفالينات cephalins

أنظر: دهن

سيكلامات cyclamate

أنظر: محليات

سيلينيوم selenium

الخواص

الخواص الكيماوية للسيلينيوم - وهو عنصر نادر - مشابهة لتلك الخاصة بالكبريت ولكن يختلف عنه فى أنه يميل إلى الإختزال فى الأنظمة البيولوجية بينما الكبريت يميل إلى الأكسدة. وهو يوجد فى تركيزات صغيرة مرتبطة بالبروتين. والوزن الذرى ٧٨,٩٦ والرقم الذرى ٣٤ وهو شبه موصل. ومركبات السيلينيوم المهمة فى التغذية تبدو فى جدول (١).

جدول (١) مركبات السيلينيوم مهمة فى التغذية.

حالة الأكسدة	المركب
سل$^{-٢}$	يد$_{٢}$سل، ص$_{٢}$سل ، (ك يد$_{٣}$)$_{٢}$سل ، (ك يد$_{٣}$)$_{٣}$سل$^{+}$، سيلينوميثيونين، سيلينوسستئين، سل ميثيل سيلينو سستئين Se-methylselenocysteine، سيلينو سستاثيونين selenocystathionine، سيلينوتورين selenotaurine.
سل^{صفر}	سيلينو ثنائى الجلوتاثيون selenodiglutathione، سيلينيوم غير متبلر، سيلينيوم أحمر (α-أحادى الكلينيك α-monoclinic)، سيلينيوم أحمر غامق (β-أحادى الكلينيك β-monoclinic)، سيلينيوم رمادى gray selenium (سداسى hexagonal).
سل$^{+٤}$	يد$_{٢}$ سل أ$_{٣}$ ، ص$_{٢}$ سل أ$_{٣}$
سل$^{+٦}$	ص$_{٢}$ سل أ$_{٤}$

الخواص الكيماوية

الخواص الكيماوية والفيزيقية للسيلينيوم مشابهة جداً لتلك الخاصة بالكبريت. ولكنهما يختلفان فى الأنسجة البيولوجية:

١- السيلينيوم رباعى التكافؤ فى السيلينيت selenite يميل إلى الإختزال ولكن الكبريت رباعى التكافؤ فى الكبريت يميل إلى الأكسدة فمثلاً

يد$_{٢}$ سل أ$_{٣}$ + ٢ يد$_{٢}$ كب أ$_{٣}$ ← سل + ٢ يد$_{٢}$ سل أ$_{٤}$ + يد$_{٢}$ أ

وعلى ذلك ففى الأنظمة البيولوجية تميل مركبات السيلينيوم إلى أن تؤيض إلى حالات مختزلة ومركبات الكبريت تميل إلى أن تؤيض إلى حالات أكثر أكسدة.

٢- كما يختلفان فى قوة الحمض لأيدرايدتهما hydrides فبالرغم من أن الأكسى أحماض المتماثلة analogous oxyacids للسيلينيوم والكبريت فإن سل أ (أ يد)$_{٢}$ له جث$_{١}$ pK_a ٢,٦ مقابل كب أ (أ يد)$_{٢}$ جث$_{١}$ pK_a ١,٩، سل أ$_{٢}$ (أ يد)$_{٢}$ له جث$_{١}$ pK_a ٣ مقابل كب أ$_{٢}$ (أ يد)$_{٢}$ له جث$_{١}$ pK_a ٣ فإن الايدريد يد٢ سل (جث$_{١}$ pK_a ٣,٨) هو أعلا فى الحموضة عن يد$_{٢}$ كب (جث$_{١}$ pK_a ٧,٠) وهذا الفرق فى قوة الحموضة ينعكس فى سلوك التأين dissociation لمجموعة سيلينو ايدريل selenohydryl (سل يد) للسيلينوسستئين (جث$_{١}$ pK_a ٥,٢٤) ومجموعة السلفاهيدريل (-كب يد) فى السستئين (جث$_{١}$ pK_a ٨,٢٥) وعلى ذلك فإن مجموعات الثيول thiol مثل السستئين أساساً مبرتنة protonated على جيد الفسيولوجى فإن مجموعات السيلينوايدريل selenohydryl فى السيلينولات selenols مثل سيلينوسستئين تكون متأينة dissociated تحت نفس الظروف.

والسيلينيت selenite يمكنها أن تتفاعل مع ثيولات thiols غير بروتينية ومع مجموعات سلفاايدريل sulphhydryl فى البروتين لتختزل من سل$^{+٤}$ إلى سل أ مع تكون منتجات ١، ٣ ثنائى ثيور-٢-سيلان 1,3-dithio-2-selane من الشكل ر كب-سل-كب ر تسمى سيلينونيترى كبريتيدات selenonitrisulphides وهو يحدث كالآتى:

٤ ر كب يد + يد$_{٢}$ سل أ$_{٣}$ ← ر كب-سل-ر كب + ٣ يد$_{٢}$ أ

وفى هذا التفاعل أربع ذرات من كبريت سلفاايدريل sulphhydryl sulphur (حالة أكسدة -٢) يتم أكسدتها إلى حالة أكسدة -١ من ثنائى الكبريتيد. وهذا يوازن باختزال متزامن لذرة

سيلينيوم واحدة من حالة أكسدة سيلينيت لـ +٤ إلى حالة أكسدة صفر. ولكن لأن الكهربية السالبة للسيلينيوم والكبريت هى متشابهة جداً فإن الشحنة -٢ قد تتوزع على كوبرى السيلينيو ثلاثى كبريتيد selenotrisulphide منتجة عدد أكسدة مؤثر من -٢١٢ لكل من أعضائها. وتفاعل مشابه يمكن أن يحدث مابين السيلينيت selenite ومجموعات سلفايدريل sulphhydryl الحرة فى البروتين لإنتاج سيلينوثلاثى الكبريتيد selenotrisulphides. فالسيلينيوم والكبريت رغم تشابههما فى الخواص الكيماوية والفيزيقية إلا أن بعض الإختلافات بينهما ينتج عنها سلوك مختلف بيولوجياً.

الفسيولوجي

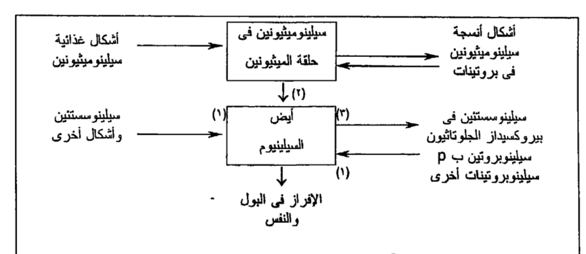
أحماض السيلينوأمينو selenoamino هى أهم أشكال غذائية للسيلينيوم فالسيلينوميثيونين selenomethionine يأتى من النبات والسيلينوسستئين selenosysteine من الحيوانات.

الإمتصاص: يمتص السيلينيوم من الاثنى عشر والسيلينوميثيونين والميثيونين يشتركان فى نفس ميكانيزم النقل ولكن قليل هو المعروف عن نقل السيلينوسستئين. أما السيلينيوم غير العضوى مثل السيلينيت والسيلينات selenite and selenate فيحدث عن ميكانيزم سلبى passive mechanism.

النقل transport: يحدث غالباً مرتبطاً ببروتينات البلازما: الألبيومين فى الفئران والـ β ليبوبروتينات فى الإنسان.

الأيض والتوزيع metabolism & distribution

أيض السيلينيوم يظهر فى الصورة (١). وفى الأنسجة الحيوانية يوجد السيلينيوم فى شكلين: سيلينوسستئين الذى يوجد فى السيلينوبروتين كمركب نشط ومنه سيلينو إنزيم بيروكسيداز الجلوتاثيون وسيلينو بروتينات أخرى والثانى السيلينوميثيونين وهو يدخل مكان الميثيونين فى مختلف البروتينات ولاينظم حالة السيلينيوم فى الحيوان.



صورة(١): ايض السيلينيوم (١) يبين β-لياز السيلينوسستئين والذى يهدم سيلينوسستئين. (٢) يبين العمليات التى تهدم سيلينوميثيونين؛ وكلاهما يجعل السيلينيوم متاحاً للكائن. (٣) يبين إدخال السيلينيوم فى السيرين أثناء تكوين سيلينوسستئين فى السيلينوبروتينات.

ومستوى السيلينيوم فى الأنسجة يتأثر بالسيلينيوم فى الغذاء وهذا ينعكس فى الإختلافات الكبيرة فى مستويات سيلينيوم الدم فى دم الأشخاص من بلاد ذات مستويات مختلفة فى السيلينيوم. والسيلينوميثيونين يرفع مستوى سيلينيوم الدم أكثر من سيلينيت الصوديوم أو سيلينات الصوديوم وهو يتبع طرق الميثيونين - غالباً - فى الأيض ويدخل البروتين فى مكان الميثيونين وليس له أى دور فسيولوجى ولايصلح لأى وظيفة حتى يتم هدمه catabolized. فالسيلينات تختزل إلى سيلينيت ثم سيلينيد selenide وفى هذه الحالة من الأكسدة (-٢) تدخل إلى سيلينوسستئين وهو الشكل الموجود فى الموقع النشط من بيروكسيداز الجلوتاثيون وبقية السيلينوبروتينات. والسيلينيوم من السيلينيوم غير العضوى أو من هدم السيلينوسستئين أو سيلينوميثيونين يدخل بالإحلال محل الأكسجين فى السيرين serine ليكون سيلينوسستئين بينما السيرين متصل بـ ن.ح.ر.ن tRNA (حمض ريبونيوكلييك الناقل). والسيلينوسستئين يتم إدخاله بعد ذلك فى سيلينوبروتين مثل بيروكسيداز الجلوتاثيون.

الإخراج secretion: البول هو الطريق الرئيسى لإخراج السيلينيوم ثم البراز والذى يحتوى السيلينيوم غير الممتص. وأيون ثالث ميثيل السيلينيوم trimethylselenonium واحد من عدة أيضات عرفت ويفقد السيلينيوم أيضاً من الجلد أو الشعر وفى الزفير كثانى ميثيل السيلينايد dimethylselenide المتطاير.

الإتاحة الحيوية bioavailability: يتم تتبع السيلينيوم بالتغيرات فى بيروكسيداز الجلوتاثيون. وهناك تباين كبير فى إتاحة السيلينيوم من الأغذية المختلفة ففى الفئران كانت الإتاحة فى عش الغراب والتونا والقمح وكلوة البقر ونقل البرازيل هى ٥٪، ٥٧٪، ٨٣٪، ٩٧٪، ١٢٤٪ بالتتابع كما أن فى الدراسات على الإنسان ظهر تغير أشكال السيلينيوم مثل سيلينات القمح والخميرة ولكن هذه لها علاقة بالأشكال النشطة بيولوجياً.

دورة السيلينيوم فى الجسم
role of selenium in the body

إن الدور الوحيد للسيلينيوم فى جسم الحيوان هو الدفاع عن الضغط التأكسدى oxidant stress. والسيلينيوم يعمل تأثيره البيولوجى كمكون لعدة سيلينوبروتينات:

١- بيروكسيداز الجلوتاثيون وهو يتكون من أربعة تحت وحدات متماثلة كل منها تحتوى سيلينوسستئين فى الموقع النشط وينقص نشاط هذا الإنزيم إلى ١٪ فى أنسجة الحيوانات التى تفتقد السيلينيوم. والإنزيم يعمل فى الجسم *in vivo* لإزالة فوق أكسيد الأيدروجين وبذا يمنع إبتداء بيروكسدة peroxidation الأغشية والضرر التأكسدى. وقد يكون له وظائف أخرى أكثر أهمية فى أيض حمض الأراكيدونيك فى اللويحات platelets ونشاط الكائنات الدقيقة فى كرات الدم البيضاء leucocytes وفى ميكانيزم إستجابة المناعة immune response mechanism.

٢- إن بروتين يحتوى السيلينيوم يستطيع أيض أيدروبيروكسيدات الأحماض الدهنية التى تبقى مؤسترة إلى الفوسفوليبيدات فى أغشية الخلية. وسمى بيروكسيداز فوسفوليبيد أيدروبيروكسيد الجلوتاثيون phospholipid hydroperoxide glutathione peroxidase وهو يستطيع تثبيط بيروكسدة peroxidation ليبيدات الميكروزوم microsomal lipid وبذا فقد يفسر بعض النشاطات المضادة للأكسدة للسيلينيوم.

٣- وهناك بروتين بلازما يسمى سيلينوبروتين ب selenoprotein P وليس له أى نشاط بيروكسيداز الجلوتاثيون. وهو بروتين كربوأيدراتى يحتوى سيلينوسستئين وتركيزه يمكن أن يصل إلى أقل من ١٠٪ فى الفئران المقارنة ناقصة السيلينيوم. ووظيفته غير معروفة ولكن يمكن أن يكون فى بروتين الدفاع التأكسدى أو فى نقل البروتين.

والسيلينيوم يعمل فى أيض اليود وله تفاعلات مع المعادن الثقيلة مثل الكادميوم والفضة والزئبق وقد يعمل ضد التأثيرات السامة لهذه المعادن.

المأخوذ الغذائى dietary intake

الغذاء مصدر أساسى للسيلينيوم أما الماء فيساهم قليلاً. والحبوب قد تختلف بمقدار مائة مرة فى محتواها من السيلينيوم والأغذية الحيوانية تختلف بدرجة أقل وأغناها السمك وأعضاء الجسم ثم العضل والحبوب والمنتجات اللبنية أما الفاكهة والخضر فمصادر فقيرة. وينصح بأخذ ٥٠-٢٠٠ ميكروجرام فى اليوم. (Macrae)

سيليولوز cellulose

السيليولوز هو أكثر المواد وفرة فى العالم فينتج منه ١٠^١١ طن سنوياً أى ٥٠ كجم/شخص فى اليوم. والسيليولوز المدروس هو من القطن والرامى/قنب سيام ramie وطحلب *Valonia* وبكتيريا *Acetobacter xylinum*.

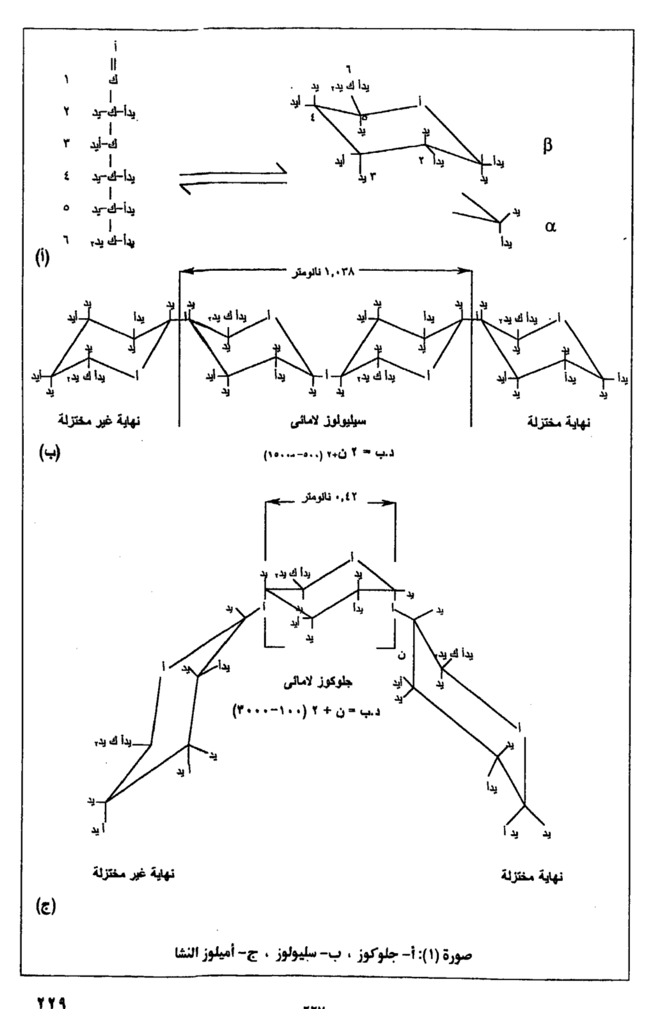
التركيب structure

تركيب البوليمر polymer structure

السيليولوز بوليمر للجلوكوز. والجلوكوز يدور إلى حلقة ست أعضاء فى حلقة بيرانوز وأيدروكسيل ك١ فى الحلقة يمكن أن يكون فى الوضع β الإستوائى أو الوضع α المحورى. والوضع β أفضل من وجهة نظر الديناميكية الحرارية ويمثل ٦٢٪ من الجلوكوز مع ٣٨٪ الباقية فى الوضع α.

والسيليولوز بوليمر طويل غير متفرع للجلوكوز اللامائى متصل بروابط إيثيرين ك١، ك٤ (الصورة ١ "ب"). وهو متبلمر من β-جلوكوز بينما النشا متبلمر من α-جلوكوز (صورة ١ "ج"). وفى وحدة الجلوكوز اللامائى الأيمن ك١ تحتفظ بمجموعة الأيدروكسيل بحيث أنها يمكن أن تكون جلوكوزاً خالى الالدهيد والذى له قوة إختزال ولذا تسمى "النهاية المختزلة reducing end".

والسيليولوز المتصل بـ β له خواص مختلفة عن النشا المتصل بـ α. فالنشا دائرى وقابل للذوبان فى الماء ويسهل حلمأته بالإنزيمات بينما السيليولوز مسطح planar لايذوب فى الماء وصعب الحلمأة. والنشا يستخدم فى غذاء الحيوان أما السيليولوز فتستخدمه قلة من الحيوانات أهمها المجترات.



صورة (١): أ- جلوكوز ، ب- سليولوز ، ج- أميلوز النشا

وفى النشا الوحدة المتكررة الجلوكوز اللامائى أما السيليولوز فالوحدة المتكررة هى السيلوبيوز اللامائى anhydrocellobiose حيث وحدات الجلوكوز اللامائى المتجاورة تدور ١٨٠ درجة بالنسبة لمجاوراتها. وهذا الدوران يجعل السيليولوز عالى التماثل highly symmetrical حيث أن كل ناحية من السلسلة لها عدد متساو من مجموعات الأيدروكسيل بينما النشا غير متماثل. ودرجة بلمرة (د.ب DP) السيليولوز تتراوح مابين ٥٠٠ - ١٥٠٠٠ وعندما يمد فإن جزىء سيليولوز واحد يمكن أن يمتد ٧ ميكرمتر. وأميلوز النشا له درجة أقل من البلمرة د.ب DP (١٠٠ - ٣٠٠٠) ويمكن أن يمتد إلى ١ ميكرومتر. والسيليولوز غير متفرع بينما أميلوبكتين النشا له فروع عند ك٦.

التركيب المتبلر crystalline structure

كل ذرات الأيدروجين فى السيليلوز فى المواضع المحورية axial بينما كل مجموعات الأيدروكسيل فى المواضع الإستوائية equatorial. وهذه المجموعات الأيدروكسيلية الإستوائية يمكن أن تربط أيدروجين مع أكثر المجاورين قرباً وتسمح للسيليولوز بالتبلر. والوحدة المتبلرة أحادية الميل monoclinic لسيليولوز (I) (السيليولوز الطبيعى) توجد فى الصورة (٢) . والروابط الأيدروجينية توجد فى الإتجاه أ ولها قوة متوسطة (١٥ كيلو كالورى/جزىء). وفى الاتجاه ج فإن التركيب يحتفظ به بقوى فان درفال الضعيفة (٨ كيلوكالورى/جزئ). والروابط التساهمية توجد فى إتجاه ب وتعطى السيليولوز قوته (٥٠ كيلوكالورى/جزىء). وجديلة السيليولوز المستمر strand حوالى ٤ - ٥ مرات أقوى من الصلب الذى له نفس الثخانة. والسيليلوز (I) متوازى أى أن كل جزيئات السيليلوز تجرى فى نفس الإتجاه من النهاية غير المختزلة إلى النهاية المختزلة (الصورة ٣ "أ").

والسيليولوز الطبيعى (سيليلوز I) يمكن أن يتحول إلى أشكال متبلرة أخرى فالسيليولوز (II) يتكون من: ١- معاملة السيليولوز بايدروكسيد الصوديوم (المرسرة mercerization). ٢- ترسيب من محاليل قلوية/ملح (أيدروكسيد الكبرامونيوم cuprammonium hydroxide). أو ٣- إزالة المجموعات الوظائفية من مشتقات السيليولوز (السيليولوز المتجدد regenerated cellulose). والسيلوفان والرايون أشكال من سيليلوز (II). والجدول (١) يبين أن أبعاد وحدة الخلية ممتدة قليلاً فى الإتجاه ج ومنضغطة فى الإتجاه أ. وبالطبع الإتجاه ب هو تقريباً واحد لأنه رابطة تساهمية.

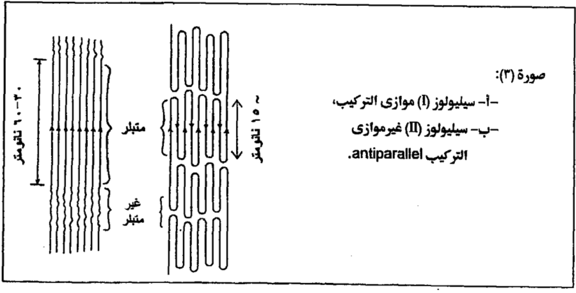
جدول (١): أبعاد وحدة الخلية لسيليولوز (I)، (II).

سيليولوز	أ (نانومتر)	ب (نانومتر)	ج (نانومتر)	β (°)
(I)	٠,٨١٧	١,٠٣٨	٠,٧٨٦	٨٣,٠
(II)	٠,٨٠١	١,٠٣٦	٠,٩٠٤	٦٢,٩

والسيليولوز (II) هو أكثرهم ثباتاً من وجهة نظر الديناميكية الحرارية حيث يمكن إنتاجه دائماً من سيليولوز (I) ولكن ليس العكس. والثبات قد ينتج من روابط أيدروجين تمتد فى إتجاه ج والتى فيها روابط فان درفال عادة. وهناك إتفاق عام أن

سيليولوز (II) هو ضد متوازى (الصورة ٣ "ب") مـــع ٣ إلى ٤ وحـدات جلوكـوز لامـائى مطلوبـة لعمـل الثنية وترسيب السيليولوز (II) من المحاليل بفضل الترتيب غير المتوازى antiparallel.

صورة (٢): وحدة خلية سيليولوز (I) المتوازى



صورة (٣):
-أ- سيليولوز (I) موازى التركيب،
-ب- سيليولوز (II) غيرموازى التركيب antiparallel.

فالسيليولوز(III) يتكون بنقع السيليولوز فى أمونيا سائلة غير مائية باردة (حوالى -٨٠°م) والتى تزال فيما بعد بالتبخر ليتحول سيليولوز (I) إلى سيليولوز (III₁). وسيليولوز (II) يتحول إلى سيليولوز (III₂) وعندما يعاد تميؤه سيليولوز (III) يرجع مرة ثانية إلى الشكل الأصلى.

وسيليولوز (IV) يتكون بنقع السيليولوز فى جليسرول ساخن (حوالى ٢٠٠°م) ويزال بالغسيل بـ ٢ بروبانول وماء. وسيليولوز (I) يتحول إلى سيليولوز (IV₁) وسيليولوز (II) يتحول إلى سيليولوز (IV₂).

والسيليولوز الطبيعى (الصورة ٣ "أ") يشكل مناطق متبلرة (٤٠٪ بكتريا، ٦٠٪ قطن ، ٧٠٪ فالونيا *Valonia*) ومنثور بينها مناطق غير متبلرة وهذه أكثر ثغوراً من المناطق المتبلرة مما يسمح للماء أو الصبغات بالنفاذ وتزيد من التفاعل للحلمأة الحمضية أوالإنزيمية. وعندما تعرض ألياف السيليولوز المنقاه للحلمأة بحمض مخفف فإن المناطق غير المتبلرة amorphous تتحلمأ إختيارياً تاركة المناطق المتبلرة الأكثر مقاومة والتى لها أستواء د ب (مستوى) levelling DP أ من ١٠٠ - ٣٠٠ فى حالة القطن.

التركيب الخلوى cellular structure

خلايا النبات الصغير تقاوم ضغط التناضج بواسطة الحائط الأولى وهو يتكون أساساً من هيميسيليولوز وبكتين مع كميات صغيرة من السيليولوز والبروتين وهى مرنة بدرجة كافية لتسمح بالنمو للخلية. والخلايا فى لب الفاكهة تتكون أساساً من جدر أولية تحتوى تقريباً ٣٤٪ بكتين، ٢٤٪ هيميسيليولوز ، ٢٣٪ سيليولوز، ١٩٪ بروتين.

❖الخواص properties

• الخواص الفيزيقية physical properties

د ب DP للقطن يمكن أن يكون ١٥٠٠٠ والسيليولوز غير قابل للذوبان فى الماء بسبب الربط الأيدروجينى القوى فى شبكة البلورة ولكنه يذوب فى الأحماض المركزة (مثل ٨٥٪ حمض فوسفوريك، ٧٢٪ حمض كبريتيك ، ٤٠٪ حمض أيدروكلوريك). وفى محاليل الأملاح غير العضوية (مثل أيدروكسيد الكوبرامونيوم cuprammonium hydroxide والكادوكسين cadoxen) (أى أيونات كادميوم وثانى أمين الإيثيلين ethylene diamine).

• الخواص الكيماوية chemical properties

يمكن حلمأة السيليولوز إلى جلوكوز بالأحماض أو الإنزيمات. والحلمأة بالحمض تنتج عدداً من منتجات التكسر/التهدم مثل ٥-أيدروكسي ميثيل فيرفيورال 5-hydroxymethyl furfural وحمض الفورميك وحمض الليونولينيك والفورمالدهيد والفيرفيورال وراتنجات. إنتاج الجلوكوز إنزيمياً يتطلب سيليولوز يحتوى سيليولاز داخلى endo (لإنتاج نهايات غير مختزلة من داخل السلسلة) وسيليولاز خارجى exo (لإنتاج سيلوبيوز من النهاية غير المختزلة) وانزيم سيلوبياز (لحلمأة السيلوبيوز إلى جلوكوز). وحتى ١٠٪ من السيليولوز يهضم

إنزيميا بواسطة الكائنات الدقيقة في الأمعاء الغليظة للإنسان فهو ليس خال من سعرات تماما.

والسيليولوز ثابت القواعد بفرض إستبعاد الأكسجين والتفاعل ينتهي بعد إزالة ٥٠ peeled off وحدة جلوكوز غير مائي من النهاية المختزلة للسيليولوز. و د-جلوكو مشابه السكارينات D-glucoisosaccharinate هو الناتج الذائب وتحت ظروف شديدة (مثل ١ جزيء أيدروكسيد صوديوم، ١٧٠°م) فإن الحلمأة القلوية يمكن أن تحدث.

والسيليولوز ثابت للمؤكسدات عن اللجنين وهذا يستغل في تبييض اللب بإستخدام الطرق الكيماوية التي تختار أكسدة اللجنين. ولكن المؤكسدات مثل حمض الكروميك والبرمنجنات والهيبوكلوريت يمكن أن تضر السيليولوز بشق السلسلة أو بوضع مجموعات كربونيل وظائفية في جزيئه.

ومجموعات الأيدروكسيل الثلاث متفاعلة جدا وتسمح بتكوين مشتقات السيليولوز.

سيليولوز الاختصاص specially cellulose

السيليولوز المتبلر الدقيق يحضر بالحلمأة الحمضية بإستخدام ٢ جزيء حمض كلورودريك على ١٠٥°م لمدة ١٥ ق. وتتحلمأ المناطق الفعالة غير المتبلرة إختياريا وتترك المتبلرات والتي تفصل بعد ذلك ميكانيكيا. والمعلقات المائية للسيليولوز المتبلر الدقيق له لزوجة ثابتة على مدى متسع من درجات الحرارة وثابت ضد الحرارة وله شعور جيد في الفم. ويستخدم في مد النشا وتثبيت الرغوة وضبط تكوين بلورات الثلج في الجيلاتي وفي الميرنج والفوقيات المخفوقة والحلويات وكرابط في الأقراص ومستحضرات التجميل. والسيليولوز البكتيري الناتج من *Acetobacter xylinum* والتي تحتفظ بمقدرتها على إنتاج السيليولوز في مخمرات مغمورة مع التقليب والألياف لها قطر حوالي ٠,١ ميكرومتر . وهو أصغر كثيرا عن ألياف لب الخشب الطري (حوالي ٣٠ ميكرومتر في القطر). والسيليولون cellulon يمكن أن يكون مثخنا لايعطي طاقة أو مكسيا للقوام texturizer.

السيليولوز المحور modified celluloses

يحضر السيليولوز القلوي بنقع السيليولوز في صودا كاوية مركزة (<١٤٪) وتدخل أيونات الصوديوم إلى تركيب السيليولوز تبعا للمعادلة:

رس أيد + ص أيد ← رس أ ص- + يد٢أ (١)

سيليولوز قلوي

وتركيب السيليولوز ينتفخ مما يسمح بالنفاذ للصبغات والمفاعلات لتصنيع مشتقات السيليولوز. أما زانثات السيليولوز cellulose xanthate فتتكون بتفاعل السيليولوز القلوي مع ثاني كبريتيد الكربون carbon disulphide

كب
||
رس أ ص + ك كب٢ ← رس أ ك كب ص (٢)

زانثات السيليولوز

والسيليولوز المولد regenerated cellulose يصنع بإذابة زانثات السيليولوز في ٤ - ٧٪ أيدروكسيد صوديوم والإتصال بحمض كبريتيك مائي. وهذه الخطوات تحول زانثات السيليولوز

مرة أخرى إلى سيليولوز والذى يمكن غزله إلى رايون فسكوز viscose rayon أو يصب فى أفلام الإلياف التى تستخدم فى الأقمشة (حرير صناعى) وخيوط الإطارات وأحزمة V. والأفلام تستخدم فى التعبئة (سيلوفان cellophane) أو كأغلفة للسجق. وأغلفة السجق (٧٠٪ سيليولوز مولد ، ١٢٪ جليسرول ، ١٨٪ ماء) تزال بعد طبخ مستحلب اللحم. وأغلفة ورق القنب hemp paper casings (٢٣٪ ورق ، ٤٦٪ سيليولوز مولد، ٢١٪ جليسرول ، ١٠٪ ماء) تستخدم فى البولونيا bologna والسالامى والببرونى pepperoni وسجق الصيف وفورست الكبد liverwurst. ومجموعات الأيدروكسيل فى السيليولوز متفاعلة جداً وأقصى درجة للإستبدال (د.أ DS) degree of substitution هى ثلاث لأن كل جلوكوز غير مائى فيه ثلاث مجموعات أيدروكسيل.

إيثيرات السيليولوز cellulose ethers

سيليولوز كربوكسى ميثيل الصوديوم sodium carboxymethyl cellulose (س.ك.م.ص CMC) يتكون بتفاعل كلورو خلات الصوديوم sodium chloroacetate مع السيليولوز القلوى

$$
\text{رس أ ص} + \text{كل ك يد}_2\text{ ك}\overset{\overset{\text{أ}}{||}}{} \text{أ ص} \rightarrow \text{رس أ ك يد}_2\text{ ك}\overset{\overset{\text{أ}}{||}}{} \text{أ ص} + \text{ص كل} \quad (٣)
$$

س.ك.م.ص

و س.ك.م.ص CMC المتاح تجارياً له درجة إستبدال د أ DS تتراوح مابين ٠,٣٨ ، ١,٤٠ وعادة ٠,٦٥–٠,٨٥. ومجموعات الكربوكسيل المشحونة بشحنات سالبة تجعل س.ك.م.ص CMC يذوب فى الماء الساخن والبارد. ولزوجة المحلول تنخفض بإرتفاع درجة الحرارة. ويعتبر س.ك.م.ص CMC من المواد المأمونة GRAS ويستخدم كمثخن فى كثير من الأغذية مثل الجبن والعقبة المجمدة وصلصات السلطة وهى لاتؤيض فتستعمل فى الأغذية ذات السعرات القليلة.

والميثيل سيليولوز methyl cellulose يتكون بتفاعل السيليولوز القلوى مع كلوريد الميثيل

$$
\text{رس أ ص} + \text{كل ك يد}_3 \rightarrow \text{رس أ ك يد}_3 + \text{ص كل} \quad (٤)
$$

ميثيل سيليولوز

ومحاليل الميثيل سيليولوز (د أ DS ١,٨) تكون جلاً متماسكاً عندما تسخن إلى ٥٠ – ٥٥°م وتعود إلى الذوبان عندما تبرد. وهو يضاف لصلصات السلطة والمربى والمحفوظات وماء الصودا وفطائر اللحم الصغيرة patties كرابط.

وينتج الإيثيل سيليولوز بتفاعل السيليولوز القلوى مع كلوريد الإيثايل وفى المنتجات التجارية د أ DS تتراوح مابين ٢,٠ – ٢,٦. وهو غير قابل للذوبان فى الماء ويمكن أن يدخل فى الأحبار المستخدمة فى عمل مغلفات الأغذية وفى روابط أقراص الفيتامينات.

و ٢–أيدروكسى بروبايل ميثيل سيليولوز 2-hydroxypropyl methyl cellulose يتكون بتفاعل السيليولوز القلوى مع خليط من كلوريد

الميثيل وكلوريد ٢-أيدروكسي بروبيل . وهي تكون جلاً مثل سيليولوز الميثيل ولكن لها درجة حرارة جلتنة أعلا وقد تستخدم كمستحلب ومكون لقلم ومثبت أو مثخن في الأغذية مثل صلصات السلطة والشربت sherbet ومالئات الفطائر والأغذية المحمرة والفوقيات المخفوقة وعجائن البقسماط batters breading والأغذية المخبوزة.

و ٢-أيدروكسي إيثيل سيليولوز (أ.أ.س HEC) 2-hydroxyethyl cellulose ينتج بتفاعل السيليولوز مع أكسيد الإيثيلين بإستخدام حافز من أيدروكسيد الصوديوم على ٣٠ - ٣٥°م لمدة حوالى ٤ ساعات

أ
\
رس أيد + ك يد٢–ك يد٢ ← رس أ ك يد٢–ك يد٢ أيد (٥)
أ.أ.س

ولما كانت السلسلة الجانبية لها أيضاً مجموعة أيدروكسيل فإن أكسيد الإيثيلين يمكن أن يستمر في التحلل ويكون سلسلة جانبية لها عدة وحدات. و أ.أ.س HEC يذوب في الماء الساخن والبارد. وتنخفض لزوجة المحلول بإرتفاع درجة الحرارة. و أ.أ.س HEC لايسمح به كمضاف أغذية مباشر ولكن يمكن إستخدامه في ملصقات ومبطنات الأغذية.

و ٢-أيدروكسي بروبيل سيليولوز 2-hydroxy-propyl cellulose ينتج بإستخدام أكسيد البروبيلين بدلاً من أكسيد الإيثيلين المستخدم مع أ.أ.س HEC وله نقطة جل حرارية thermal gel point مثل ميثيل سيليولوز وتستخدم في مبطنات الأغذية وفي القشع glazing.

استرات السيليولوز cellulose esters

من أهمها خلات السيليولوز و"ينشط" السيليولوز أولاً في حمض خليك مائي لضمان الأستلة الموحدة acetylation ثم يجفف ويتفاعل مع أندريد الخليك بإستخدام حافز (مثل حمض الكبريتيك) في مذيب (حمض خليك لامائي)

أ أ
|| ||
رس أيد + ك يد٣ ك أ ك ك يد٣ ←
أ أ
|| ||
رس أ ك ك يد٣ + ك يد٣ ك أيد (٦)
خلات السيليولوز

وخلات السيليولوز الثلاثية (د.أ DS ~٣) cellulose triacetate الناتجة قد تحلماً حمضياً إلى د.أ DS أقل. وخلات السيليولوز الثلاثية غير قابلة للذوبان في الماء وغير محبة للماء بينما خلات السيليولوز الأحادية قابلة للذوبان في الماء. وخلات السيليولوز تستخدم في الألياف واللدائن وأفلام التصوير والعِلك وفي التناضح العكسي أو أغشية النث dialysis.

والاسترات الأخرى (فورمات السيليولوز وبروبيونات السيليولوز وبيوترات السيليولوز على سبيل المثال) يمكن تكوينها ولكن ليس لها التطبيقات التجارية مثل خلات السيليولوز. كما يمكن إنتاج استرات مختلطة.

وتكون نترات السيليولوز بتفاعل السيليولوز مع حمض نيتريك/حمض كبريتيك لمدة ٢٠ - ٣٠ق ثم تزال الأحماض بالغسيل فى الماء ويزال الماء بحذر لأن نترات السيليولوز متفجر جداً. وكثيراً ماتشحن مبلولة فى الماء أو الكحول. والسيليولوز عالى النترتة highly nitrated (د.أ DS ٢,٤–٢,٦) يستخدم كمتفجرات والأقل نترتة (د.أ DS ٢,١ - ٢,٣) يجد استخداماته فى اللدائن والأفلام والأحبار.

السيليولوز فى بعض المواد

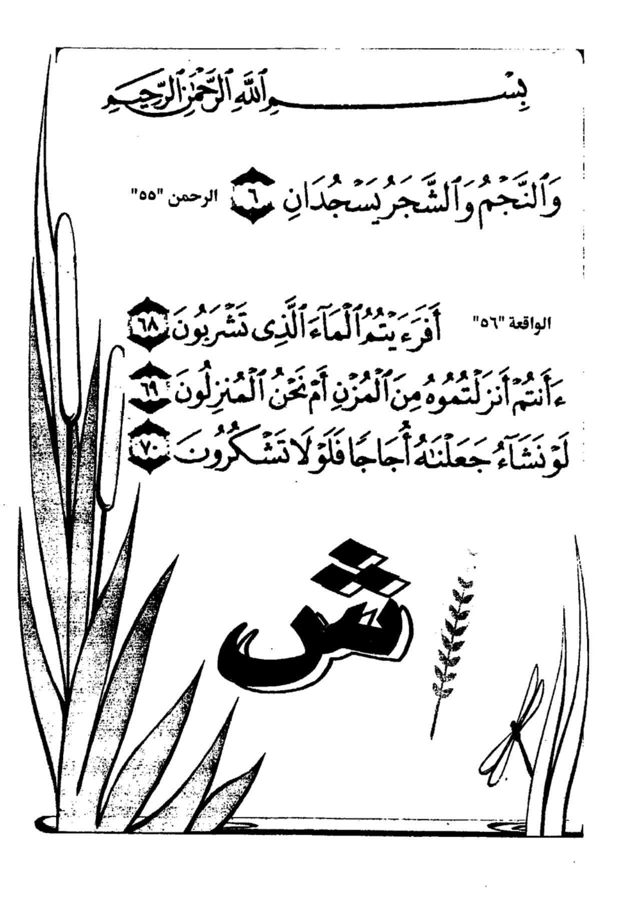
الجدول (٢) يعطى السيليولوز واللجنين والهيميسيليولوز فى بعض المواد.

والألياف الخام تشمل السيليولوز واللجنين فى حالة البذور والجزء غير المهضوم من بعض الفواكه والمعروف بإسم الألياف الغذائية هو السيليولوز واللجنين والهيموسيليولوز مع بعضها.

جدول (٢): السيليولوز واللجنين والهيميسيليولوز فى بعض المواد (جم/١٠٠ جم وزن جاف).

المادة	سيليولوز	لجنين	هيميسيليولوز
الخضروات (ورقية)			
بروكولى/قنبيط الشتاء	٧,٢	٠,٢٦	٢٤,٠
كرنب بروكسل	٩,٠٤	٢,١	٢٦,٠
كرنب	٨,٩	٤,٣	٢٦,٠
قنبيط	١٣,٤	آثار	١٣,٠
خس	٢٠,٦	آثار	٩,٢
البقول			
فاصوليا	٥,٣	٠,٩	٢٢,٠
فاصوليا مدادة	١٧,٠	٣,٠	٢١,٠
بسلة	١٤,٠	٢,٠	٣٦,٠
جذور			
جزر	١٢,٩	آثار	١٩,٠
لفت	١١,٠	آثار	٢٣,٠
خضروات/فاكهة			
فلفل	٣,٥	آثار	١٠,٠
طماطم	٩,١	٥,٣	١١,٠
درنة			
بطاطس	١,٢	آثار	٩,٢
فاكهة			
تفاح	٢,٩	آثار	٥,٨
مشمش	-	١٥,٠	-
موز	١,٣	٠,١٣	٣,٨٣
توت شوكى	-	٤٤,٠	-
كريز (حلو)	١,٢	٠,٣	٤,٥
تمر الجنة	٠,٦	٠,٩	٤,٩
ليمون	-	٣٥,٠	-
برتقال	-	١٤,٠	-
خوخ	١,٨	٥,١	١٢,٢
كمثرى	٤,٢	٢,٧	٨,٢
أناناس	-	٧,٦٤	-
فراولة	٣,٦	٨,٤	١٠
بذور			
شعير	٥,٣		-
ذرة	٢,٤		-
ذرة رفيعة	٢,٧		٢,٥
شوفان	١١,٩		-
فول سودانى	٢,٨		٢,٥
قمح	٢,١		-

(Macrae)


بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ
وَٱلنَّجْمُ وَٱلشَّجَرُ يَسْجُدَانِ ﴿٦﴾
الرحمن "٥٥"
الواقعة "٥٦"
أَفَرَءَيْتُمُ ٱلْمَآءَ ٱلَّذِى تَشْرَبُونَ ﴿٦٨﴾
ءَأَنتُمْ أَنزَلْتُمُوهُ مِنَ ٱلْمُزْنِ أَمْ نَحْنُ ٱلْمُنزِلُونَ ﴿٦٩﴾
لَوْ نَشَآءُ جَعَلْنَٰهُ أُجَاجًا فَلَوْلَا تَشْكُرُونَ ﴿٧٠﴾
ش

shaddock شادوك

الإسم العلمى *Citrus grandis*

Citrus maxima (Everett)

الفصيلة/العائلة: السدابية Rutaceae

هو أكبر الموالح ويتراوح حجمها مابين ١٠ - ٣٥سم فى القطر وقد تصل إلى ٢٠ رطل. ويعتقد أن تمر الجنة/جريب فروت *C. paradisi* هجين منه. ولها قشر خشن ثخين.

وفى الداخل هى جافة مع مركز أجوف والفصوص مقفولة فى أغشية جَشِبة وجلدية ويسهل تقشيرها. وكبسولات العصير كبيرة ولونها وردى والمذاق يوصف بأنه عطرى وتوابلى. وهو مطفئ للعطش.
(Stobart)

ويسمى pomelo و pumelo و pummelo و pompelous.

وهو منخفض السعرات (٣٤ ك كالورى/ ١٠٠جم) والكربوايدرات ٨٪ وهو مصدر جيد لفيتامين ج.
(Ensminger)

والأسماء: بالفرنسية pamplemousse وبالألمانية Pompelmuse وبالإيطالية pampelimosa وبالأسبانية pamplemuse و citrus decumosa.

satiety & appetite الشبع والشهية

الشبع هو نقص مؤقت فى الإهتمام بتناول الغذاء وهو حالة ميل للشخص. وهذه الحالة قد تحد من الكم الذى يؤكل من الغذاء أو الشراب فى حالة واحدة أو أنها تؤخر الحالة التالية.

الصيغة العلمية للشبع

الشبع هو التأثير المثبط لإستهلاك الغذاء والتحليل العلمى للشبع يتطلب معرفة تأثير(ات) من الأكل التى تنقص الشهية.

والشبع أساساً حسى وهو ميل لرفض الغذاء أو قبوله فى كميات محدودة. وإشارات الشبع مثل إنتفاخ المعدة والتنشيط الكيماوى للأمعاء العليا وأكسدة مواد الطاقة فى الكبد ثم إختبارها فى معزول عن تنشيط الغذاء. والتفاعل لهذا التنشيط الغذائى يكون الميل للأكل الذى يكبحه الشبع. والإشارات المعدية تنقل إلى ماتحت السرير البصرى hypothalamus عند ساق المخ فى الرأس وهذه لها إتصالات معقدة مع مقدم المخ حيث المعلومات الداخلة والماضية past من مصادر مختلفة توضع معاً.

الغذاء والتغذية والشهية

الشهية للغذاء والشراب هو ميل مؤقت للشخص ليبحث ويتناول مواد مأكله أو مشربه.

التأثيرات على الأكل والشرب والتى تنتج مباشرة من الإحساس بالغذاء أو الشراب سميت تقليدياً بالإستساغة palatability.

(Macrae)

dill شبت/سنوت

أنظر: سنوت

carp شبوط/مبروك

أنظر: سمك

شبع

تشبع/صفاء/كروما **chroma/ color saturation**

الدرجة التى يختلط فيها اللون مع الأبيض. فتشبع عال يعنى قليل من الأبيض وتشبع منخفض يعنى كثير من الأبيض.

(Academic)

شبغر **peptize**

١- تسييل مادة بآثار من مادة أخرى.

(McGraw-Hill Dic.)

٢- تشتت المتجمعات فى محلول بإضافة اليكترونات لتكوين محلول غروى كاره للماء ثابت.

(Academic)

تشابه **isomerism**

الظرف الذى فيه إثنان أو أكثر من المركبات الكيماوية لهما نفس عدد الذرات من نفس المعادن وبذا فلهم نفس الصيغة الجزيئية same structural formula ولكنهم يختلفون فى ترتيب الذرات وبذا فلهم خواص كيماوية مختلفة. والتشابه يمكن أن يوصف بإختلاف فى التركيب أو إختلاف فى الترتيب الفضائى spatial configuration.

(Academic)

شذا

الشذا **fragrance**

أنظر: زيوت طيارة

شرب

الشراب **syrup**

الشراب فى الأحكام الإسلامية

١) تعريفه: المراد من الشراب كل مايشرب من أنواع السوائل.

٢) حكمه: الأصل فى الأشربة كالأصل فى الأطعمة وهو أنها مباحة، لقوله تعالى: ﴿هو الذى خلق لكم مافى الأرض جميعاً﴾ إلا ما أخرَجَ الدليل من ذلك مثل:

١- الخمر، لقوله تعالى: ﴿إنما الخمر والميسر والأنصاب والأزلام رجس من عمل الشيطان فاجتنبوه﴾[1]. وقول الرسول ﷺ "لعن الله الخمر، وشاربها وساقيها، وبائعها ومبتاعها وعاصرها، ومعتصرها، وحاملها، والمحمولة إليه، وآكل ثمنها"[2].

٢- كل مسكر من أنواع السوائل، والكحوليات[3]، لقوله ﷺ "كل مسكر خمر، وكل خمر حرام"[4].

٣- عصير الخليطين وهو جمع الزهو والرطب، أو الزبيب والرطب فى إناء واحد وصب الماء عليهما حتى يصيرا شراباً حلواً. وسواء أسكر أو لم يسكر، لنهيه ﷺ عن ذلك بقوله "ولاتنبذوا الزهو والرطب جميعاً، ولاتنبذوا الزبيب جميعاً، ولكن انبذوا كل واحد منهما على

حدته"[٥]. وذلك لأن الإسكار يسرع إليه بسبب الخليط، فسداً للذريعة نهى عنه ﷺ.

٤- أبوال محرمات الأكل لنجاستها، والنجاسة محرمة.

٥- ألبان مالايؤكل لحمه من الحيوان، سوى لبن الآدمية فإنه حلال.

٦- ماثبت ضرره للجسم كالغازات ونحوها.

٧- أنواع المشروبات التدخينية كالتبغ والحشيشة والشيشة ، إذ بعضها مضر للجسم وبعضها مسكر، وبعضها مفتر وبعضها كريه الريح مؤذ لمن فى معية المدخن من بشر أو ملائكه، وما كان كذلك فهو ممنوع شرعاً.

مايباح منها للمضطر: يباح لذى الغصة أن يسيغ مانشب فى حلقه من طعام ونحوه بالخمر إن لم يجد غيرها حفاظاً على النفس من الهلاك، كما يباح لذى العطش الشديد الذى يخاف معه الهلاك أن يشرب مايدفع به عطشه من المشروبات المحرمة، لقول الله تعالى : ﴿....إلا ما إضررتم إليه﴾.

(أبوبكر الجزائرى)

الشراب هو مُحَلٍ فى شكل سائل ذى لزوجة عالية والعسل هو أول مااستعمل كمحلٍ سائل.

❖ **شراب القصب والشراب الذهبى ودبس السكر**

cane syrups, golden syrups & molasses

• **شراب القصب**

شراب القصب لونه بنى ذهبى غامق مع شدة نكهة متوسطة (كارامل بترسكوتس، "قصب" و "أخضر"، وليس هناك أى نكهة دبس سكر). وهو مُحَّوَل جزئياً. وشراب المصنع المبخر غالباً مُحَّوَل تحويلاً كاملاً ومخلوط مع شراب غير محول لإعطاء ناتج حوالى ٨٥°بريكس ، ٢٥ - ٣٠٪ سكروز، ٥٠ - ٥٢٪ محول.

ومصانع تكرير سكر القصب تصنع "سكر سائل" وهذا محلول مائى عديم اللون له ٦٧ - ٧٠° بريكس (على أساس الوزن الصلب) سكروز عادة بإعادة ذوبان السكر المحبب أو بإستخدام راتنجات أيونية للتبادل لإزالة اللون والمعاملة بالكربون.

والسكر المحول السائل - وهو يشمل مدى من منتجات السكروز والجلوكوز والفركتوز - حوالى ٧٥- ٧٧°بريكس كان حتى ١٩٧٠ ينتج أساساً (١٥٪ من السوق) فى الولايات المتحدة وقد حل محله شراب من نشا أرخص وغالباً شراب ذرة عالى الفركتوز.

• **الشراب الذهبى**

هو سكر محول عالى البريكس (٧٧ - ٨٢°) مرشح عدة مرات على تشاركول عظم bone charcoal لإعطائه لون ذهبى خاص وله نكهة خفيفة ورائق

---

(١) المائدة. (٢) أبو داود والحاكم وإسناده صحيح. (٣) الكحوليات كلمة عجمية أصلها الغوليات إذ الغول مايغتال العقول من المسكرات. قال تعالى: لاغول فيه. (٤) مسلم. (٥) متفق عليه.

جداً. والشراب يتم تحويله بإستخدام حمض كبريتيك ويعادل بكربونات الكالسيوم حتى لايبقى أى ملح ذائب يؤثر على النكهة الخاصة. وهو يتكون من: ٥٠٪ سكر محول، ٣٢٪ سكروز، ١,٤٪ رماد ومواد صلبة ٨٢,٦٪. وهو يستخدم مع الحبوب والخبز ومنتجات الخبيز وفى الخبيز وهو يميل إلى التبلر بالتخزين ولذا فهو عادة يباع فى علب.

ويمكن تقسيم السكريات السائلة إلى أنواع السكروز، والمحول (أو مخلوط) وشراب مصانع التكرير أو سكريات بنية سائلة . والسكروز متاح فى شراب مواد صلبة ٦٦,٥ – ٦٨٪ وهذا هو حد ذوبان السكروز على درجات الحرارة العادية. وهناك عادة ٢ – ٣ درجات تختلف أساساً فى اللون.

وإذا كان جزء من السكر محولاً فإن الشراب الناتج يحتفظ بتركيزات أعلا من المواد الصلبة فى المحلول. والأنواع الموجودة تجارياً هى شراب ٧٣٪ أو ٧٦٪ مواد صلبة مع ٣٠٪ أو ٦٠٪ سكر محول والشراب المحول كلياً يحتوى ٧٢-٧٣٪ مواد صلبة منها ربما ٥٪ سكروز.

وبسبب محتوى رطوبى منخفض فإن هذه الأشربة تقاوم الفساد بواسطة الكائنات الحية الدقيقة.

• دبس السكر

دبس السكر treacle or molasses هو إسم عام لعصير القصب المركز أو عصير قصب البنجر وهما يستخدمان فى علف الحيوان وكمصدر لكحول الإيثايل فى التخمر وفى كيماويات أخرى وهناك عدة أنواع من دبس السكر.

– دبس السكر الأسود blackstrap molasses: وهو ناتج ثانوى من مصنع تكرير سكر القصب وهو سائل ثقيل لزج غامق بعد المرحلة الأخيرة لتركيز السكر بحيث لايمكن تبلور سكر منه بطريقة إقتصادية (الجدول ١).

– دبس السكر عالى الإختبار high-test molasses: هو الناتج الذى يتم الحصول عليه من تركيز عصير القصب المرشح إلى ٨٥°بريكس وهو محول جزئياً إما بالحمض أو إنزيم الانفرتاز ويعرف أيضاً بإسم دبس السكر ممتاز fancy molasses أو شراب قصب محول أو دبس قصب السكر وهو أعلا فى محتواه السكرى وله نكهة عطرية أكثر من دبس السكر الأسود حيث يتعرض لحرارة أقل وبذا يحتوى على منتجات تكسر سكر أقل والتى يمكن أن تضيف نكهة مرة.

– دبس السكر المكبرت sulphured molasses: هو ناتج ثانوى لإنتاج السكر الخام حيث أضيف ثانى أكسيد الكبريت لتبييض اللون وهو قد يكون أفتح فى اللون ولكنه أعلا فى الرماد من نوع الكبريتات غير الذائبة (جدول ١).

ومعظم دبس السكر المتاح تجارياً يصنع بخلط دبس السكر والشراب للحصول على النكهة والجودة المرغوبة والثابتة.

جدول (١): التكوين التقريبي لدبس السكر.

المكون	النسبة
ماء	١٧-٢٥٪
سكريات: سكروز ٣٠-٤٠٪، جلوكوز ٤-٩٪، فركتوز ٥-١٢٪، مواد مختزلة أخرى كمحول ١-٤٪ ومواد مختزلة كلية كمحول ١٠-٢٥٪	
كربوايدرات أخرى: صموغ، نشا، بنتوزانات، آثار من هكسيتولات، ميواينوسيتول، دمانيتول وأحماض يورينية	٢-٥٪
رماد ككربونات قواعد: أكسيد بوتاسيوم ٣٠-٥٠٪، أكسيد كالسيوم ٧-١٥٪، أكسيد مغنيسيوم ٢-١٤٪، أكسيد صوديوم ٠,٣-٩٪، أكاسيد معادن (كحديديك) ٠,٤ - ٢,٧٪ أحماض: ثالث أكسيد الكبريت ٧-٢٧٪، كلوريد ١٢-٢٠٪، خامس أكسيد الفوسفور ٠,٥-٢,٥٪، سيليكات ومواد غير ذائبة ١-٧٪	٧-١٥٪
مواد نتروجينية: بروتين حقيقي ٠,٥-١,٥٪، أحماض أمينية معظمها حمض الاسبارتيك والجلوتاميك مع بعض حمض كربوكسيليك البيروليدين carboxylic pyrrolidine ٠,٣-٠,٥٪ ومواد نتروجينية لم يتم التعرف عليها ١,٥-٣,٠٪	
مواد غير نتروجينية: حمض الأكونيتيك ١-٥٪ والسيتريك والماليك والجليكوليك ١,٥-٦٪ والميزاكونيك والسكسينيك والفيوماريك والطرطريك ٠,٥-١,٥٪	
شمع وستيرولات وفوسفاتيدات ٠,١-١,٠٪	
فيتامينات : جزء في المليون: ثيامين ٢-١٠، ريبوفلافين ١-٦، بيريدوكسين ١-١٠، نيكوتيناميد ١-٢٥، حمض بانتوثينيك ٢-٢٥، حمض فوليك ١٠-٥٠ وبيوتين ٠,١-٢	

وتختلف خواص دبس السكر مع إختلاف تكوينه فاللزوجة تختلف تبعاً لمحتواه من المواد غير العضوية والسكريات العديدة وتبعاً لدرجة الحرارة. فدبس سكر القصب له pH حمضية مابين ٥ - ٧. ومحتوى الملح ٢ - ٨٪ يمكن أن يعمل على التنظيم وتثبيت النكهة ويمنع الحلمأة وهو يعطي نكهة لإستخدامه كعلف.

ودبس السكر يعطي بعض الحلاوة تقل مع إغمقاق اللون. أما النكهات فتختلف من كارامل في دبس السكر عالي الإختبار، إلى ثقيل مع نوع من المرارة وهو أحياناً يكون له خواص العرق سوس. وهو يستخدم في حجب نكهات أخرى أقل لطفاً مثل مرارة الردة في منتجات القمح الكامل وكمعزز للصلصات ومنتجات العرق سوس. كما يمكن إستخدام دبس السكر كمادة ملونة للألوان الذهبية

إلى البنية الغامقة خاصة فى منتجات الخبيز لتعزيز اللون أو إخفاء لون رمادى أو رمادى بنـى. وهـو مثبت للرطوبة ويمتص الماء (فيقلـل مـن نشـاطه) وهذا مادعا إلى إستخدامه فـى الأغذيـة متوسـطة الرطوبة وفى منتجات الخبيز. المـواد غيرالسـكرية فى دبس السكر تحتفظ بالرطوبة أحسن من السكروز وأشربة الذرة. كما أن مايحتويه من مواد غير سكرية تعمل كمضاد للأكسدة عندما تستخدم على ٠.٣٪ من مستوى الدهن فى المنتج الغذائى.

ويوجد منتج دبس سكر عادة ممزوج بجوامد شراب الـذرة لإمتصـاص المـاء ويسـتخدم فـى المخـاليط الجافة.

ويخلط دبس السكر والأشربة لإعطاء منتجات ذات لـون ونكهـة ووظـائف ثابتـة. والجـدول (٢) يعطـى بعض هذه المنتجات.

جدول (٢): الدبس ومخاليط الشراب.

الخاصية	دبس سكر غيرمكبرت ٪	دبس سكر الخبيز ٪	حلويات لكل الأغراض ٪	دبس سكر condiment ٪ أفاويه	دبس سكر قوى robust ٪
التكوين					
سكروز	٣٥	٣٢-٣٦	٣٣-٣٧	٣٠-٣٦	٣٣-٣٧
محول	٣٧	٣٦-٤٠	٢٨-٣٢	٢١-٢٧	١٦-٢٠
سكريات كلية	٧٢	٧٠-٧٤	٦٣-٦٧	٤٥-٦٠	٥١-٥٥
رماد	٢,٥	١,٢-٢,٥	٤,٥-٥,٥	٦,٥-٨,٥	٨,٠-٩,٠
اللون	بنى ذهبى	بنى خفيف	بنى متوسط	بنى غامق	بنى غامق
النكهة	حلو، عبير خفيف، نكهة الشراب	حلو خفيف، متميز	متوسط الحلاوة عبير قوى	قوى، نكهة نفاذة خلفية جيدة	نكهة قوية، مقاوم للحرارة
تثبيت الرطوبة	بعض	جيد	جيد	بعض	بعض
تأثير تنظيمى			نعم	نعم	نعم
التطبيقات	شراب المائدة، الفوقيات، زبدة فول سودانى، هريس الفواكه، منتجات الحلويات والكحول	كعك الفواكه، مفنيات، بنيات، منتجات خبيز متبلة	صلصة الباربكيو، مواد البسط، قند (صلب وكارامل)، الأغذية المحمصة، خبز الزنجبيل	المنتجات المتخمرة، الصلصات والأفاويه	الأغذية المتخمرة والمرفوعة، صلصة الصويا، الطباق، عرق سوس، الفاصوليا المخبوزة، الكارامل والأكلات الخفيفة

شراب الذرة الرفيعة sorghum syrup

الـذرة الرفيعـة الحلـوة (*Sorghum bicolor*) يسخن عصيرها ثم ينقى بالكشط ويركز إلى شراب. وعصير الذرة الرفيعة يميل إلى أن يكون أعلا فى السكريات المحولة عن قصب السكر فمن الصعب بلورته ويستخدم كشراب وهو له لون بنى خفيف وله رائحة نفاذة ونكهة خاصة وهو كثيراً مايخلط مع أشربة أخرى أساسها السكر أو النشا.

المحليات والأشربة التى أساسها النشا

starch-based sweeteners & syrups

النشا هـو بوليمـر للجلوكـوز وبـالتحليل يعطـى جلوكوزاً وعديداً من مـالتو-عدة سكريات malto-oligosaccharides. ويُسْتَخْدَم نشا البطـاطس والقمح والشعير والـذرة. وتقسم المحليـات التـى أساسها الذرة إلى:

١ - شراب الذرة (شراب الجلوكـوز): ينقـى ويركـز محلـول السكريـات ولـه مكافـىء دكستروز ٢٠ أو أكثر.

٢ - شراب ذرة مجفـف (شـراب جلوكـوز مجفـف): وهو شراب ذرة أزيل منه جزء من الماء.

٣ - وحيد أيدرات الدكستروز: ينقـى ويبلـر الـ د-جلوكوز محتوياً جزىء واحد من ماء التبلر مع كل جزىء د-جلوكوز.

٤ - دكستروز لامائى: د-جلوكوز منقى ومبلر بدون ماء تبلر.

٥ - مالتودكسترين: محلول مركز ومنقى للسكريات المغذيـة مـن النشـا المأكلـة، أو المنتـج الجـاف للمحلول والذى له مكافىء دكستروز أقل من ٢٠.

٦ - شراب ذرة عـالى الفركتـوز: هـو محلـول مـائى منقى ومركز للسكريات المغذية يحصل عليه من نشا مأكلة والـذى جـزء مـن دكستروزه قـد حـول إلى فركتوز.

٧ - فركتوز مبلر: هو د-فركتـوز منقى ومركز يحصل عليه من النشا المأكلة إما كبلورات جافة أو كسائل معاد ذوبانه.

والمنتجات فى ٢، ٦، ٧ فلها أهميتها كأشربة والباقى لبيان العمليات المستخدمة.

وجدول (٣) يعطى بعضاً من الأشربة.

تصنيع أشربة أساسها النشا

starch-based syrups manufacture.

يستخدم فـى إنتاج أشربة الـذرة طريقـة الحمـض، وطريقة الحمـض والإنزيم وطريقـة إستخدام عـدة إنزيمات. ففى طريقة الحمـض فإن تقناً slurry من النشا من المادة الجافة المناسبة يحمض إلى ج يد حوالى ٢ ويضخ إلى المُحَـوِل converter. وبعـد التعـادل يـروق السـائل ويركـز بالتبخـير إلى كثافـة متوسطة. ثم يروق مرة أخرى ويزال لونه وأخـيراً يركـز فـى مبخرات إلى الكثافـة المطلوبـة النهائيـة. وبعض الأشربة تعامل براتنجات تبادل أيونية.

أما طريقة الحمض والإنزيم فهى طريقة مشـابهة فيما عدا أن تقن النشا يحول جزئياً بواسطة الحمض إلى مكافىء دكستروز م.د DE معين ثم يعامل بالإنزيم المناسب أو إنزيمات للتحويل الكامل.

وفـى طريقـة إستخدام الإنزيمـات العديـدة فـإن حبيبـات النشـا تجلـتن ويجـرى تحليلـها بواسـطة الأميلازات بـدلاً من الحمض. ويمكن عـن طريـق

الإنزيمات الحصول على منتجات نهائية مثل شراب عالى المالتوز أو شراب عالى قابل للتخمر وغيرها.

جدول (٣): تكوين أشربة الذرة.

	الرماد	سكريات أساسها الكربوايدرات			
		د.ب١	د.ب٢	د.ب٣	د.ب٤
٢٨ م.د	٠,٣	٨	٨	١١	٧٣
٣٦ م.د	٠,٣	١٤	١١	١٠	٦٥
٣٤ ع.م	٠,٣	٩	٣٤	٢٤	٣٣
٤٣ ع.م	٠,٣	٩	٤٣	١٨	٣٠
٤٣ م.د	٠,٣	١٩	١٤	١٢	٥٥
٤٣ م.د بالتبادل الأيونى	٠,٠٣	١٩	١٤	١٢	٥٥
٥٣ م.د	٠,٣	٢٨	١٨	١٣	٤١
٦٣ م.د	٠,٣	٣٦	٣١	١٣	٢٠
٦٣ م.د بالتبادل الأيونى	٠,٠٣	٣٦	٣١	١٣	٢٠
٦٦ م.د	٠,٣	٤٠	٣٥	٨	١٧
٩٥ م.د	٠.٣	٩٥	٣	٠,٥	١,٥
٩٥ م.د بالتبادل الأيونى	٠,٠٣	٩٥	٣	٠,٥	١,٥
٤٢ ش.ذ.ع.ف	٠,٠٣	٩٥	٣	٠,٧	١,٣
٥٥ ش.ذ.ع.ت	٠,٠٥	٩٥,٧	٣	٠,٤	٠,٩
فركتوز متبلر	٠,٠٥	١٠٠			

م.د.: مكافىء الدكستروز ، ع.م : عالى المالتوز ، ش.ذ.ع.ف: شراب ذرة عالى الفركتوز ؛ د.ب : درجة التبلر، د ب١: دكستروز (دكستروز + فركتوز لـ ش.ذ.ع.ف ؛ فركتوز للفركتوز المتبلر)، د.ب٢: مالتوز، د.ب٣: مالتوتريوز (ثلاثى المالتوز) ، د ب٤: مجموع السكريات د.ب٤ ومافوق.

شراب ذرة عالي الفركتوز
high fructose corn syrup

محاليل الدكستروز أو مواد تفاعل عالية م.د. الناتجة من النشا سواء بالحمض أو بالإنزيم المزدوج تنقى بالكربون والتبادل الأيونى وتعامل إنزيمياً بأيزوماراز مُثَبت. ويجرى التشابه بحيث تحتوى مادة التفاعل على ٤٢٪ فركتوز. وبعد ذلك فإن الناتج ينقى مرة أخرى من خلال كربون وتبادل الأيونات ويبخر إلى مواد جافة حتى ٧١٪.

ولإنتاج أشربة بها فركتوز أعلا من ٥٠٪ فإن الشراب المحتوى على ٤٢٪ فركتوز يمرر خلال أعمدة

فصل من راتنجات تبادل أيوني موجب والتي تحتفظ بالفركتوز والدكستروز. ويزال الفركتوز ويعاد تدوير الدكستروز ليزداد التشابه (يحول إلى فركتوز). ويحصل على الفركتوز عندما يصل تركيزه إلى ٨٠ – ٩٠٪ ويخلط مع ٤٢٪ فركتوز لإنتاج ٥٥٪ فركتوز وتكون نسبة المواد الصلبة ٧٧٪. ويمكن التنقية والتبخير للحصول على ٩٠٪ شراب عالي الفركتوز.

أشربة عالية المالتوز high-maltose syrups

يمكن إنتاج أشربة أعلا فى المالتوز بالإنزيمات من الشراب المحول بالحمض ويكون له م.د DE مشابه. وتستخدم هذه الأشربة فى التخمر (صنع البيرة) وفى الجيلاتى والحلويات حيث الخواص الفيزيقية أهم من الحلاوة. وإنخفاض تركيز الدكستروز يسمح بضبط تطور اللون فى المنتج المسخن. وشراب المالتوز ٦٥٪ مادة جيدة للإختزال المحفز.

الخواص الكيماوية والفيزيقية لأشربة الذرة chemical & physical properties of corn syrups

كل أشربة الذرة لها جيد على الناحية الحمضية على الأقل ٣,٥ – ٥,٥ حتى لايتطور اللون والنكهة. والرماد ومعظمه كلوريد صوديوم منخفض. وبالرغم عن إستخدام كب أ، فى تحضير نشا الذرة فإن المعاملة خاصة مع تلك التى تستخدم راتنجات أيونية تستطيع أن تزيل أى متبقى من كب أ، بحيث أن المنتجات تحتوى نسباً منخفضة من الكبريتيت وناتج أكسده الكبريتات. والمستخلص القابل للتخمر يعرف بأنه النسبة المئوية للكربوايدرات على أساس الوزن الجاف التى تخمرها خميرة الخباز تحت ظروف مضبوطة وكلما كان م.د DE عالياً كلما كان التخمر عالياً.

وتسمح السكريات المختزلة الجلوكوز والفركتوز والمالتوز بالمشاركة فى تفاعل مايارد – الإسمرار – وفى تكون القشرة البنية/السمراء فى الخبيز. وفى إنتاج لون الكارامل. وتقاس كثافة أشربة الذرة بدرجات بوميه بدلاً من بريكس والأشربة التى هى ٥٥٪ شراب ذرة فركتوز يعبر عنها على أساس المواد الصلبة.

وأشربة الذرة لها خواص مشابهة لشراب السكروز المحول فيما يخص رفع درجة حرارة الغليان وخفض درجة حرارة التجمد. والأخيرة مهمة فى تصلب الجيلاتى. وزيادة ضغط التناضح مقياس فى ضبط الفساد فى المربى والمحفوظات كما أن علو لزوجة الأشربة مهم فى ضبط خواص المناولة والإحتفاظ بالهواء.

وخاصية الإسترطاب – أو تثبيت الرطوبة – لأشربة الذرة تختلف بإختلاف تكوين الكربوايدرات فالأشربة ذات م.د DE منخفضة لها إسترطاب أقل فى حين أن المالتو ثلاثى التريوز والمالتو تتروز (رباعى) التريوز قد تكون أكثرها إسترطاباً. والتغير فى هذه الخاصية قد يستخدم فى ضبط قوام وقيمة الحفظ لمنتجات الخبيز والحلويات والأغذية ذات الرطوبة المتوسطة حيث تستخدم أشربة الذرة كمهيئات للرطوبة وملونات للأغذية ومثبطات للتبلر ومثبتات.

وتطبيقات وإستخدامات الأشربة المشتقة من النشا تشمل: أغذية الأطفال والعجائن ومنتجات الخبيز والمشروبات المتخمرة والكحولية والمكربنة والمقطرة وأغذية الإفطار وباسطات الجبن والأغذية التى أساسها الجبن ومبيضات القهوة واللبن المحلى المكثف والحلويات والبيض مجففاً أو مجمداً والمستخلصات والنكهة والفاكهة والخضر والجيلاتى واللاصقات والأحبار والصبغات والمفرقعات والورق والقماش والطباق والمربى والجيللى والمرملاد والمحفوظات ومنتجات اللحوم كالسجق وزبدة الفول السودانى والأدوية والمواد الطبية والمخلل ومنتجاته والخنزير والفاصوليا والمخلوطات المحضرة والأغذية البحرية المجهزة وأشربة الشيكولاتة والكاكاو والفاكهة وغيرها والشوربات والفوقيات.

وشراب الذرة عالى الفركتوز يستخدم بكثرة فى الأغذية المعاملة ومنتجات الخبيز والمشروبات (الكولا وغيرها) وفى العصير المعلب ومنتجات الحلويات وفى العقبة المجمدة والمربى والجيللى والمحفوظات والمخلل والنبيذ.

ليكاسين lycasin: وتنتج فى السويد وهو شراب جلوكوز مهدرج لايتبلر حتى على درجات حرارة منخفضة وله لزوجة مشابهة لشراب الذرة عالى الفركتوز. وهو مخلوط من متماثلات homologues مهدرجة للجلوكوز ومبلمرات الجلوكوز يمكن إستخدامها فى المربى والمحفوظات والمشروبات والقند الصلب المغلى ولكنه لايصلح لمرضى البول السكرى.

شراب القيقب mople syrup

محليات القيقب المصنعة من نسغ sap شجرة سكر القيقب (*Acer coccharum*) وتسخين النسغ يسبب تطور النكهة واللون كما يركزه. وهو يباع إما محبباً أو فى حجم block وهو أغلى من السكروز أو المحليات الناشئة عن النشا ولذا يخلط كثيراً مع الأشربة الأخرى. وتركيب شراب القيقب يظهر فى الجدول (٤). ومعظم الكربوايدرات فيه سكروز وهذا يتحول مع الوقت ولكن يعطى طريقة لضبط الغش أو إحلال أشربة أرخص أساسها النشا محل شراب القيقب. وشراب القيقب لايحتوى مالتوزا بينما المنتجات الناتجة عن النشا تحتوى مالتوزا.

جدول (٤): تكوين شراب القبقب.

المكون	النسبة (٪)
ماء	٣٤,٠
سكروز	٥٨,٢ – ٦٥,٥
هكسوزات	صفر – ٧,٩
حمض ماليك	٠,٠٩٣
حمض سيتريك	٠,٠١٠
حمض سكسنيك	٠,٠٠٨
حمض فيوماريك	٠,٠٠٤
رماد ذائب	٠,٣ – ٠,٨١
رماد غير ذائب	٠,٠٨ – ٠,٦٧
كالسيوم	٠,٠٧
سيليكا	٠,٠٢
منجنيز	٠,٠٠٥
صوديوم	٠,٠٠٣

والخواص الفيزيقية مماثلة لتلك الخاصة بأشربة السكروز مما يجعله مناسباً للخبيز والحلويات. ونكهة القيقب هي مخلوط معقد من مكونات نباتية (جواياسيل، أسيتون وفانيلين) ومركبات من تكسر الكربوايدرات بالحرارة (ايزومالتول وأسيتول و α-فيورانون).

أشربة الفواكه fruit syrups

شراب الفاكهة أو مركز عصير الفاكهة يستخدم فيه محاصيل الفاكهة الزائدة أو الفاكهة المتضررة غير الصالحة (لعمل منتجات الفاكهة أو النبيذ) فتحضر على هيئة عصير يزال لونه وتزال نكهته والباقي وهو محلول من سكر محول يركز إلى ٧٥° بريكس على جيد ٤. ويباع على أنه شراب فاكهة طبيعي محلي. وهي تصنع من التفاح والخوخ والكمثرى والموالح وعصير العنب وتباع على أساس الوزن الجاف بخمسة أو ستة أمثال ثمن السكروز.

(Macrae)

المشروبات الخفيفة soft drinks

قد تعرف المشروبات الخفيفة بأنها المشروب الذي نسبة الكحول فيه أقل من ١٪ بالحجم. والمشروب الخفيف يتكون بحيث يحتوي معظم المجموعة الآتية من المكونات: الماء (مكربن أو غير مكربن still)، سكر (عادة سكروز أو كربوايدرات أخرى)، فاكهة (عصير/مستخلص أي مكون مماثل)، حمض (عادة سيتريك أو غيره)، منكه (صناعي أو طبيعي أو يشبه الطبيعي)، مادة حافظة (حمض البنزويك و كب أ، أو حمض السوربيك)، محلي صناعي (اسبارتام، اسيسولفام ك acesulfame K أو سكارين)، فيتامينات (عادة فيتامين ج)، مادة ملونة (كاروتينويدات أو مستخلص قشر العنب)، منظم الحموضة (سترات الصوديوم أو أملاح أخرى)، مضادات أكسدة/ مستحلبات/مثبتات/مغذيات ... الخ (الجدول (١).

المحليات sweeteners

التكوين الأساسي للمشروب الخفيف يتحدد بالتوازن أو بنسبة الحلاوة إلى الحمض وهذه تتوقف على نوع النكهة والمنتج. فمثلاً الليمونادة المنكهة الخفيفة المكربنة يكون لها حلاوة تقريباً ٩ - ١٠٪، حلاوة متكافئة مع حموضة ٠,٢٤٪ وزن/حجم كحمض سيتريك أحادي التميؤ citric acid monohydrate (نسبة التوازن balance ratio ٣٩ - ٤٠) بينما عصير الليمون المكربن يكون له حلاوة ١١٪ مكافئة مع حموضة ٠,٦ - ٠,٧٪ وزن/حجم كحمض سيتريك أحادي التميؤ (نسبة التوازن = ١٦ - ١٧) وهذا المنتج الأخير يكون لاذع أكثر shaper وله مذاق أقوى عن الأول. ولهذه الأسباب فمن الضروري إعتبار ثلاثة أشياء في المراحل المبكرة لتطور المشروب الخفيف:

١- الحلاوة الكلية المطلوبة ومصادرها.

٢- الحموضة الضرورية ومصادرها.

٣- الجسم body أو شعور الفم mouth feel المطلوب في الناتج (الجدول ٢).

جدول (١): المكونات الرئيسية فى تكوين المشروبات.

المكون	المساهمة
- سكريات	النكهة، الحلاوة، شعور الفم،/ الجسم، الفاكهية، تغذية، يسهل امتصاص الماء
- المحليات الشديدة	النكهة، الحلاوة، شعور الفم/الجسم، الفاكهية (المرارة)
- فاكهة/مستخلص/لبن وغيرها (مثل شراب الجلوكوز والماء المعدنى وغيرها)	النكهة، الجسم، المظهر (تغذية)
- إضافة مغذ من بينها الأملاح	التغذية، فيتامين ج والتوكوفيرولات ومضادات أكسدة أيضاً، الإمتصاص المنضبط للسكريات والماء
- الأحماض	النكهة، تأثير ضد الكائنات الدقيقة، الحدة sharpness (الحرافة)
- المنكهات، الملونات، المستحلبات والمثبتات	النكهة، الجسم، المظهر، بعض الملونات، مغذيات
- مضادات الأكسدة	تحسين النكهة وثبات الفيتامينات
- المواد الحافظة	تأثير مضاد للكائنات الدقيقة والكبريتيت له فعل مضاد للإسمرار ومضاد للأكسدة
- منظمات الحموضة	تحسين أمان الأسنان، تقليل تآكل العلب، الجسم
- الكحول (البيرة - النبيذ والكحولات ...الخ)	الجسم، الكتلة، مذيب، حامل، النكهة، شعور الفم، العض bite، punch، مطلق للنكهة
- الماء	الحجم والكتلة، حامل المذيب، مطفئ للظمأ/العطش.

والسكروز هو أكثر الكربوايدرات إنتشاراً والاسبارتام (نيوتراسويت) هو أكثر المحليات الشديدة intensive إنتشاراً. وبالمقارنة بينهما نجد أنهما مكافئان فى الأداء عند ١٠٪ سكروز أو مايكافئه فى الحلاوة فى مجالات جودة الحلاوة وبروفيل الزمن والمذاق المرتبط (أو عدم وجوده) وشعور الفم/الجسم وفى تعزيز الفاكهية fruitiness.

المحمضات acidulants

لتحقيق نسبة الحلاوة/الحموضة الصحيحة أو التوازن للمنتج فمن الضرورى إختيار الحمض المستخدم بحيث يرتبط مع المحلى المختار بعناية. وحموضة التنقيط ورقم جيد ليست هى فقط دلائل الأداء للحمض. والمحمضات المختلفة لها خواص مذاق مختلفة كجزء متكامل لخاصيتها وهذه قد تحور بإستخدام منظمات buffers أو

منظمــات الحموضـــة acidity regulators (الجدول ٣).

منظمات الحموضة acidity regulators

تســتخدم منظمــات الحموضـــة لتنظيــم buffer حموضة المشروب المخفف وبذا تعمل على حماية الأسنان ضد التآكل بسبب إنخفاض جيد فترفع جيد من ٢،٠> إلى ٣،٥. وجسم الإنسان يستطيع بعد ذلك أن يرفع جيد الفم إلى منطقة أمان الأسنان في جيد ٥،٠ الى ٦. وبجانب ذلك فإن رفع جيد المشروب الخفيف إلى ٣،٥ يعطى ظروفاً مثلى للثبات الأقصى للمحلى الشديد اسبارتام في وسط مائي حامضي.

جدول (٢): المحليات المستخدمة في المشروبات.

المحلى ١٠٠٪ مواد صلبة في حالة الكربوايدرات	شدة الحلاوة (١٠٪ سكروز)	جودة الحلاوة	بروفيل الوقت	المذاق المرتبط	شعور الفم ، الجسم	تعزيز الفاكهية
محليات كربوايدراتية						
سكروز	١،٠	مستدير كامل	سريع، يبقى قليلاً	لاشيئ	أكثر من كربوايدرات	جيد
سكر محول ٥٠٪	١،٠	قريب من السكروز	مثل السكروز.	لاشيئ	مثل الكربوايدرات	متوسط
سكر محول ١٠٠٪	١،١					
فركتوز	١،٣	رفيع قليلاً	سريع بدون بقاء	لاشيئ	مثل الكربوايدرات	جيد
جلوكوز	٠،٧	رفيع قليلاً	سريع بدون بقاء	لاشيئ	مثل الكربوايدرات	متوسط
شراب جلوكوز						
٤٢ م.د[أ]	٠،٣٣		سريع، بعض البقاء	لاشيئ	أكثر من الكربوايدرات الأخرى	متوسط
٦٣ م.د	٠،٥٠		سريع، بعض البقاء	لاشيئ	أكثر من الكربوايدرات الأخرى	متوسط
مشابه الجلوكوز	١،٠		سريع بدون بقاء	لاشيئ	مثل الكربوايدرات	متوسط
المحليات الشديدة						
سكارين	٣٥٠	كيماوى بسيط حلو	أبطأ ومستمر	خلفة طعم معدنى مر	رفيع	معدوم
سيكلامات	٣٣	كيماوى بسيط	أبطأ ويبقى	مذاق غير مرغوب في تركيزات عالية	جيد	جيد
١٠:١ سكارين/سيكلامات	١٠٠	مثل السكر	مثل السكروز	لاشيئ	جيد	جيد
اسبارتام	١٤٠-٢٠٠	مثل السكر	تأخير بسيط، بقاء بسيط	قليلاً	متوسط إلى جيد	جيد
مستخلص استيفيا stevia extract	١٥٠	حلاوة نظيفة	مثل السكروز	خلفة عرق سوس خفيفة ، منتول	رفيع	جيد
سكرالور	٤٥٠	مثل السكر	سريع، بقاء خفيف	لاشيئ	رفيع	معدوم
اليتام	٢٠٠٠	حلاوة نظيفة	تأخير قليل، بقاء قليل	لاشيئ	رفيع	معدوم
اسيلفام ك acesulphame K	١٠٠	حلاوة جيدة الجودة	سريع، بقاء خفيف	مر عند التركيزات العالية	رفيع	معدوم

أ: م.د = مكافئ الدكستروز.

جدول (٣): المحمضات للمشروبات الخفيفة

الحمض	الاستخدام	النسبة المئوية (وزن/حجم) على مدى الاضافة	نقطة نهاية التنقيط [أ]
حمض السيتريك أحادى التميؤ	كل الموالح والمشروبات الأخرى	٠,١ – ٠,٨	٠,٠٧٠
حمض السيتريك لامائى		٠,١ – ٠,٨	٠,٠٦٤
حمض لاكتيك	الأداء ومنتجات ألبان والمنتجات الخاصة	٠,١ – ٠,٣	٠,٠٩٠
حمض ماليك	ومنتجات أساسها التفاح وغيرها	٠,٢ – ٠,٦	٠,٠٦٧
حمض فوسفوريك [ب]	معظم مشروبات الكولا	٠,٠٥ – ٠,٢٥	٠,٠٤٩
حمض طرطريك	منتجات خاصة	٠,٠٥ – ٠,٢٥	٠,٧٥٠

أ: وزن الحمض بالجرام يكافىء ١,٠ مل محلول أيدروكسيد صوديوم جزيئى.

ب: حمض الفوسفوريك ثلاثى القاعدية وقيم جيد عند نقط التكافؤ التى ترتبط بالأطوار الأولى والثانية والثالثة للتأين هى بالتقريب ٤,٦، ٩,٧، ١٢,٦ بالتتابع. والفينوفثالين مناسب لتحديد طور التأين الثانى على رقم ج يد ٩,٧ عندما يكون العامل ٠,٠٤٩ (جزء الوزن ÷ ٢).

الفاكهة والمكونات المميزة الأخرى

المكونات المميزة الأساسية فى المشروبات الخفيفة (فيما عدا المنكهات المضافة) يمكن من جدول (١) أن نجد أنها: الفاكهة، مستخلص المادة النباتية مثل الكولا ومستخلص جذر الزنجبيل، اللبن، الزبادى، مكونات مشتقة لبنية، غيرهما مثل: أ) شراب الجلوكوز، الفركتوز، المالتودكسترين (كما يستخدم فى الطاقة والرياضة ومشروبات إعادة التميؤ rehydration drinks)، ب) الماء المعدنى، ماء النبع/المعين ومصادر أخرى (ماء معدنى منكه، عصير فاكهة وماء معدنى ومعين).

فالفاكهة هى الأكثر إستخداماً (مع مشتقاتها) وقد إنتشرت عصائر الفاكهة ومشروبات عصائر الفاكهة بإستخدام التعبئة المطهرة aseptic packaging طويلة العمر مثل التترا باك Tetra Pak أو باك الكومبى Combi Pack. والجدول (٤) يقارن مابين ١٠٠٪ مشروبات خفيفة من عصائر الفاكهة ومشروبات خفيفة مبنية على الفاكهة. ومعظم الفاكهة يمكن حصادها وتمثل فى صناعة المشروبات الخفيفة بواسطة منتج مبنى عليها مصنع فى أى مكان فى العالم. وهذا ممكن بإستخدام انزيمات تسمح للفاكهة ذات المحتوى العالى من البكتين أن يستخلص العصير أو اللب ويثبت لصناعة المشروب الخفيف.

وعند إستخدام اللبن الزبادى أو مكونات مبنية على اللبن فى تكوين المشروب الخفيف فإن التقنيات المستخدمة مع هذه المواد وخاصة الكائنات الحية الدقيقة والثبات الفيزيقى يجب أن تضبط بعناية.

جدول (٤): مقارنة مابين عصائر فاكهة ١٠٠٪ ومشروبات فاكهة.

الخاصية	عصير فاكهة غير محلى	مشروبات فاكهة بما فيها النكتارات
التكوين	١٠٠٪ فاكهة	١,٥-٦٠٪ فاكهة و/أو عصير
السكريات	٨-١٧٪ من الفاكهة	٠,١-٢٠٪ (يمكن أن تضاف كربوايدرات)
الطاقة (كيلوكالورى/١٠٠ مل)	٣٥-٦٥	٠,٥-٧٥
حمض (كحمض ستريك)	٠,٦-١,٥؛ والعصائر عالية الحموضة حتى ٦٪	٠,١-٠,٨
رقم pH	٢,٥-٤,٠	٢,٥-٤,٠
التناضح (موسمول/كجم)	٦٢٠ و أعلا	٢٠٠-١٠٠٠ (وقد يكون أقل اذا استخدم محليات شديدة)
مغذيات	فيتامينات؛ أساساً ج و أ ؛ وبوتاسيوم	كما يضاف: عادة فيتامين ج وقليلاً فيتامينات عديدة
مكونات أخرى	الحمض، الفيتامينات والمواد الحافظة	سكر، حمض، محلى شديد، منكهات، ملونات، فيتامينات، معادن، مواد حافظة

المغذيات nutrients

عند إدخال الفيتامينات والمعادن فيجب مراعاة تفاعلاتها تحت ظروف التخزين المختلفة مثل الضوء والحرارة ومراعاة تفاعلاتها مع المكونات المميزة أو النكهات. ومجموعة فيتامينات ب هى مثال للمواد غير الثابتة فى المحيط المائى عند التعرض للضوء مما يجعلها تعطى روائح غير مرغوبة.

المنكهات flavorings

هذه مهمة ومنها: مستخلصات طبيعية أو منكهات، منكهات طبيعية مع أخرى طبيعية أيضاً، منكهات مماثلة للطبيعة (فهى ممثلة كيماويا ومخلقة)، منكهات صناعية. وهذه المجاميع الأربع تستطيع أن تنكه المشروب تنكيهاً كاملاً أو تعطى أى درجة من التنكيه مطلوبة.

ومواد التنكيه هى تكوين كيماوى عضوى معقد جداً مع ٢٠٠ أو أكثر من هذه المواد وهى تتكون من مكونات لاتختلط بالماء (مثلاً زيوت طيارة واليوراتنجات ... الخ) والتى تشتت فى مذيب بواسطة طاقة فيزيقية أو بإستخدام المستحلبات (سوربيتان، استرات السكر والليسيثين). وبعد الإستحلاب يأتى التثبيت بإستخدام الأيدرو-غرويات والألجينات والصموغ النباتية وصمغ الزانثان. والمذيبات المستخدمة عادة الإيثانول ومشابه البروبانول أو بروبيلين جليكول. وعند عمل مستخلصات طبيعية لمكونات زيوت الموالح مثلاً فإنه يمكن "غسل washing" الزيت بإستخدام مخلوط من الماء ومذيب كحولى بحيث أن كل المكونات المائية ومكونات طور الزيت تزال. والذوبان الأكثر لنكهة الينسون anise فى الكحول ينتج عنه إنتاج مباشر للسحابة البيضاء عندما تختف

منتجات مثل السبرنود pernod أو الأوزو ouzo بالماء.

المواد الملونة ومضادات الأكسدة

المواد الملونة للمشروبات الخفيفة تقع عادة فى ثلاث مجاميع:

١- الصناعية artificial: صبغات قطران الفحم coal-tar أو الآزو azo وهى الأكثر ثباتاً.

٢- مضاهية للطبيعة nature identical: هذه مركبات صناعية لمواد توجد طبيعياً مثل مجموعة لون برتقالى/أحمر من الكاروتينويدات (β-كاروتين وأبوكاروتينال apocarotenal وغيرها).

٣- طبيعية natural: مواد ملونة يتحصل عليها من النباتات الطبيعية والخضروات مثل مستخلص قشر العنب وتستخدم بكثرة فى تلوين المشروبات الخفيفة بالأحمر والأزرق أو الأسود مثل الكشمش الأسود black currant والتوت الشوكى blackberry والعنب الأحمر.

والملونات خاصة الكاروتينويدات والمنكهات وبعض الفيتامينات معرضة للأكسدة أثناء الإستخلاص والتصنيع أو أثناء إدخالها فى المنتج أو إستخدامها فى المنتج بواسطة المستهلك وهذه تُسَرِّع بالتعرض للحرارة وضوء الشمس. وعادة يضاف لها أيدروكسى أنيسول البيوتيلى أو أيدروكسى توليوين البيوتيلى أو التوكوفيرولات أثناء المعاملة. ويمكن حماية الكاروتينويدات والمكونات الأخرى فى المشروب الخفيف بإستخدام كميات صغيرة من كب أ٢ أو فيتامين ج إما وحدها أو مع بعضها.

المواد الحافظة preservatives

يمكن ضبط كميات الكائنات الدقيقة فى المشروب الخفيف بالآتى:

١- الحمضية: رقم جـيد أقل من ٤,٠ يعطى ١٠٠٪ حماية ضد الممرضات (تخليل الخضروات).

٢- نشاط الماء: محتوى سكر زيادة عن ٦٥٪ يحمى ضد الخميرة.

٣- الكربنة carbonation: الكربنة زيادة عن ٣,٠ أحجام بَنْزِين Bunsen ويفضل ٣,٥ قد يكون لها تأثير جوهرى على الخميرة خاصة إذا أزيل الهواء لإزالة الأكسجين الذى تحتاجه الخميرة للتكاثر (حجم بَنْزِين يعبر عن الكربنة كعدد لإحجام ك أ٢ المنطلقة من المنتج بإستخدام حجم المنتج كعامل ضرب muliplying). والتخمر الثانوى للشمبانيا مثل جيد حيث ك أ٢ يحد من العملية.

٤- كيماوى chemical: حمض البنزويك له عتبة مذاق منخفضة وله تطاير منخفض وطيف ضد الكائنات الدقيقة متسع. والخميرة المقاومة للبنزوات كثيرة والمنتج يجب أن يكون له جـيد أقل من ٣,٥ ليحدث التأين الكامل لبنزوات الصوديوم إلى حمض بنزويك (المستوى الفعال = ٢٠٠ جزء فى المليون). وحمض السوربيك يعطى حماية جيدة خلال عدم تطايره وتأثيره ضد الخميرة. وله عتبة مذاق منخفضة على مدى متسع من النكهات ولبعض المستهلكين (التأين الفعال ٢٠٠ - ٦٠٠ جزء فى المليون). وثانى أكسيد الكبريت هو البديل الأكثر لحمض البنزويك وله نشاط واسع

ضد الكائنات الدقيقة والخميرة فى مدى جيد ٢,٠ - ٤,٠. وهو متفاعل كيماوياً جداً ولايصلح مع عصير البرتقال والفاكهة والثيامين وبعض الألوان الطبيعية ويتفاعل مع علب المشروبات.

٥- المعاملة الحرارية أو المعاملة heat treatment or processing: وهذه تستخدم إما لتحل محل الحفظ الكيماوى أو لتزيده. والعمليات التى تعتبر هى الملء الساخن والبسترة فى العبوة والترشيح الدقيق والملء مطهراً aseptic.

الكحول alcohol

عُرف إستخدام منتجات الكحول مثل البيرة والنبيذ والكحوليات spirits والليكير كمكونات فى المشروبات الخفيفة منذ زمن. وحديثاً إستخدم النبيذ والكحوليات مع ماء معدنى أو معين.

الماء water

يعتبر المكون الرئيسى للمشروب الخفيف ولعصائر الفاكهة وهو لازم لإنتاج كل المشروبات الخفيفة كمذيب وكمعطى لتقنية إعادة التميؤ. وفى هذه الحالة يجب أن يكون الماء نظيف المذاق وأقل تفاعلاً وثابتاً من وجهة الكائنات الدقيقة.

والجودة الكيماوية تتطلب:

١- المظهر خال من أى راسب أو لون أو سُحُب.

٢- المذاق يجب أن يكون خالياً من أى لطخ أو مواد مثل الكلور أو الهيبوكلوريت أو النترات والتى يمكنها التفاعل مع المكونات والمواد الأخرى (مثل العلب).

٣- خالية من الزعاف.

٤- خالية من صعوبة الماء والذى يمكنه إزالة ثبات معلقات الفاكهة الغروية خلال الكالسيوم والمنجنيز التى تسبب صعوبة الماء.

ويجب الإنتباه لمصدر المياه ومعاملتها وجودتها. (Macrae)

الإنتاج production

المواد التى تدخل فى المشروب الخفيف تصل مع تعليمات بإستخدامها. وأهم هذه المواد الماء وهو يعامل للحصول على الخواص المبينة سابقاً.

(أنظر: بلال/بالول/ماء)

وهناك طرق إضافية لإحتياجات معينة مثل:

١- التبادل الأيونى للتحلية وإزالة القلوية وإزالة النترات وإزالة المركبات العضوية.

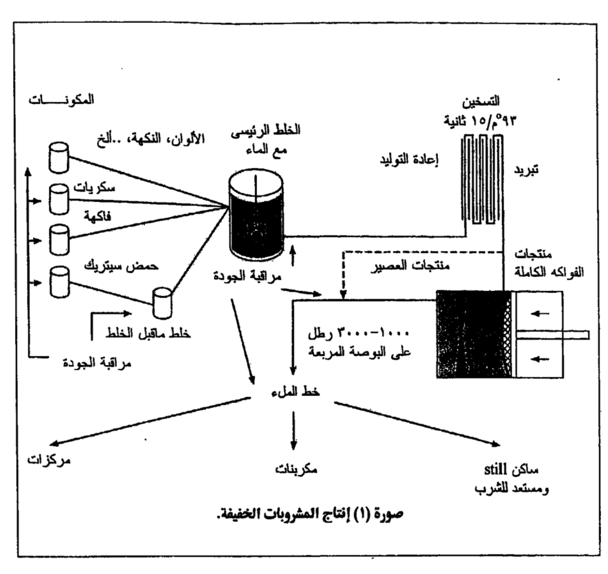
٢- التناضج العكسى reverse osmosis يؤثر على إزالة المستويات العالية من المواد الصلبة الذائبة.

٣- الترشيح فائق الدقة ultrafiltration يزيل المواد الغروية.

٤- طرق تعقيم بديلة تشمل الأشعة فوق البنفسجية والمعاملة بالأوزون ozonization والترشيح بالثغور الدقيقة micropore filtration.

خلط ومعاملة مكونات المشروبات الخفيفة

هناك طريقتان رئيسيتان لتصنيع المشروبات الخفيفة: طريقة الدفعات والطريقة المستمرة. ففى طريقة الدفعات يستخدم تنك سعة ٢٥٠٠٠ لتر بينما الطريقة المستمرة تستخدم تنكين سعة ٥٠٠ - ١٠٠٠ لتر مع حاسوب يعمل دفعة بعد الأخرى (الصورة ١).



صورة (١) إنتاج المشروبات الخفيفة.

وهناك أربعة أنهار للمكونات: ١- الألوان والمنكهات وغيرها. ٢- السكريات (أى الكربوايدرات). ٣- مواد الفاكهة. ٤- حمض السيتريك والمثبتات والمستحلبات...الخ (هذا النهر يستخدم وعاء ماقبل الخلط مع زيادة جوهرية فى نسبة القوة إلى الحجم لمختلف المكونات ذوبان/تشتت).

وإذا إستعملت الكربوايدرات السائلة فيمكن إضافتها مباشرة من تنك التخزين إلى وعاء الخلط الرئيسى خلال منخل أو نظام ترشيح لإزالة أى جسيمات صغيرة. أما إذا إستخدم سكر صلب فيجب تحضير شراب بسيط simple syrup بإذابة السكر فى الماء على ٥٠°م ويبرد قبل الإضافة إلى وعاء الخلط الرئيسى وكل المكونات الأخرى تضاف إلى شراب الكربوايدرات فى تنك الخلط بطريقة تأخذ فى الإعتبار تفاعلاتها الكيماوية مع المكونات الأخرى. فمثلاً تضاف بنزوات الصوديوم قبل حمض السيتريك لأن حمض البنزويك يكاد لايذوب فى المحلول الحمضى. وبعض عوامل العكارة والمثبتات يجب ألا تضاف بالقرب من المنكهات

التى تحتوى مستوى عال من الكحول لأنها تتفاعل.

ومع مستوى عال من الكربوايدرات أو عوامل التخين فى الشراب فى وعاء الخلط الأساسى فمن السهل الإحتفاظ بالهواء نتيجة التقليب الشديد (وهذا ينتج عنه التنفيس fobbing أثناء الملء خاصة فى المنتجات المكربنة). وعادة تركها لمدة ساعتين مع التقليب الرقيق لحفظ المكونات موزعة بإستواء يكون كافياً لأن يهرب معظم الهواء. ويجب الإحتفاظ بهذا التقليب الرقيق أثناء الضخ أو العبزجة المباشرة bottling حتى يمكن للمواد ذات الجسيمات مثل هريس الفاكهة أن تتشتت بالتساوى خلال السائل.

التجنيس homogenization

تستخدم هذه العملية مع المركزات المحتوية على فاكهة وهى طريقة لخفض حجم الجسيمات بحيث ينتج معلق ثابت وبالتالى مظهر أحسن وهو يجرى على ١٠٠٠ - ٣٠٠٠ رطل على البوصة المربعة على درجة الحرارة المحيطة.

الكربنة carbonation

أبسط المكربنات هى وعاء ضغط فيه السائل وثانى أكسيد الكربون يبقيان فى إتصال مع بعضهما. وهناك ثلاث طرق رئيسية لتحقيق ذلك: ١- وعاء مملوء جزئياً بالسائل ومضغوط بثانى أكسيد الكربون. ٢- سائل يقع/ينحدر خلال ثانى أكسيد الكربون فى وعاء مضغوط. ٣- إمرار فقاعات ثانى أكسيد الكربون خلال السائل فى وعاء أو أنبوبة مضغوطة.

وأحد المتطلبات الرئيسية فى إنتاج نظام الكربنة هى ضبط درجة التشبع فى المنتج المكربن أى درجة الوصول إلى أقرب مايمكن من حجم ك أ٢ الذى يمكن أن يذوب فى المنتج. وإطلاق غاز غير منتظم من المحلول يعرف بالتنفيس fobbing. والمحاليل المشبعة الجزئية أكثر ثباتاً عن المحاليل المشبعة نظراً للضغط الإضافى المتاح على ضغط التوازن. وهذا الضغط الإضافى يعرف بإسم "الضغط الزائد overpressure" ويستخدم فى ضبط العملية. وعندما يتم الإحتفاظ بدرجة من الضغط الزائد على مدى من درجات الحرارة والكربنة فهذا يعرف بإسم التشبع المتغير variable saturation. والشراب المنتج المخفف الجاهز للشرب ready-to-drink قد يكربن بخفض درجة الحرارة وحقن ك أ٢ خلال واحد أو أكثر من التقنيات المبينة أعلاه، أو أن الشراب المتوسط المركز قد يخلط مع نهر من ماء مكربن على خط إلى جهاز الملء، مما ينتج عنه منتج نهائى مخفف مكربن فى العبوة.

الصحة hygiene

يجب مراعاة الشروط الصحية فى جميع العمليات لتقليل فرص التلوث بالكائنات الدقيقة وعلى الأخص فى النقاط الآتية: ١- فى إستلام ومناولة ومعاملة المواد. ٢- مواصفات دقيقة للمواد الخام النظيفة. ٣- أن يكون كل المشتغلين عندهم معلومات صحية وفهم جيد لها. ٤- تصميم صحى

للمصنع والأجهزة. ٥- معاملة صحية للمواد خاصة الفاكهة والمواد الكربوايدراتية.

المعاملة الحرارية heat processing

المعاملة الحرارية جزء هام من إنتاج المشروبات الخفيفة (الصورة ٢). والمعاملة الحرارية -أو البسترة- يمكن أن تقسم إلى أربعة فئات:
١- الملء الساخن. ٢- بسترة في العبوة (أو النفق). ٣- البسترة الوميضية flash: أ- ظروف غير مطهرة. ب- ظروف مطهرة aseptic. ٤- الترشيح الدقيق microfiltration.

إختيار المعاملة الحرارية المطلوبة /المرغوبة لأي شراب خفيف أو شراب متوسط/خليط أو مادة خام يحدده عدد من العوامل:

١- وجود مواد فاكهة ومصدرها وجودتها وحالتها من حيث الكائنات الدقيقة.
٢- وجود مواد حافظة من حيث الكم والكيف.
٣- جpH المنتج.
٤- المواد الصلبة الموجودة وبالتالي نشاط الماء.
٥- أي ظروف معاملة لها علاقة مثل الإحتفاظ بالشراب على درجة الحرارة المحيطة أو على درجات حرارة مرتفعة وإستخدام التجنيس والترشيح ...الخ.
٦- نوع الوعاء المستخدم.
٧- عمر الرف المرغوب.
٨- حالة الكائنات الدقيقة لخط الملء والأجهزة المساعدة التي ستستخدم.

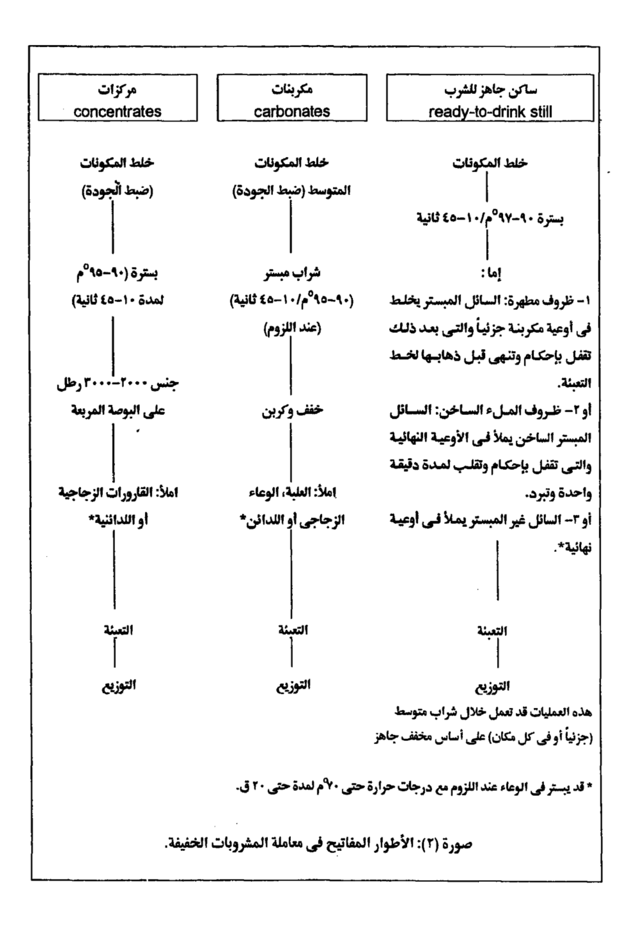
الملء الساخن hot-fill

هذه يمكن إستخدامها فقط للمنتجات النهائية الساكنة still أو للمواد الخام المتوسطة عندما تعبأ للتخزين أو الشحن بالمنتج أو المادة فتسخن في مبادل حراري إلى درجة حرارة ٨٥ - ٩٠°م وتملأ في العبوة (الزجاج أو العلبة...الخ) بحيث تكون درجة حرارة المحتويات زيادة على ٨٥°م؛ وتقفل بإحكام بوضع غطاء capping أو القفل seaming وتُقلَب لمدة دقيقة على الأقل وتبرد بأسرع مايمكن. وعيب هذا النظام هو الكمية الكبيرة من الحرارة التي تستخدم مع المنتج أو المادة أثناء العملية كلها التي ينتج عنها تهدم في النكهة واللون وعكارة أثناء التخزين مما ينتج عنه خفض في عمر الرف.

بسترة في العبوة (أو النفق)
in-pack (or tunnel) pasteurization

في أبسط صورة هذا النوع من البسترة يشمل غمر العبوة المملوءة وعليها الغطاء أو المقفولة من إما المنتج الساكن أو المكربن في تنك به ماء ساخن على ٦٠-٩٠°م في سلة يمكن إزالتها وحفظها على درجة الحرارة المختارة للمدة اللازمة للبسترة. والذي يحدث أن العبوات توضع في الماء على درجة حرارة أقل من تلك اللازمة وترفع درجة حرارة الماء حتى تصل إلى درجة الحرارة المخصصة. وأمثلة على ظروف البسترة هي:

٦٣°م لمدة ١٠ق مع الشاندي shandies.
٧٠°م لمدة ١٠ق مع الهريس squashes.
٧٥°م لمدة ١٥ق مع المنتجات المعرضة مثل عصير الكشمش الأسود blackberry.



* قد يبستر في الوعاء عند اللزوم مع درجات حرارة حتى ٧٠°م لمدة حتى ٢٠ ق.

صورة (٢): الأطوار المفاتيح في معاملة المشروبات الخفيفة.

وبسترة النفق يمكن إعتبارها بسترة مستمرة للبسترة فـي العبـوة. فبعـد أن يمـلأ المنتـج ويعبـأ ويقفـل فالعبوات تنقل إلى نفـق لـه عـدة منـاطق حراريـة بواسطة ماء على درجات حرارة مختلفة يرش على العبوات والذى يرفع درجة الحرارة تدريجياً إلى مستوى البسترة المختـار حيـث يحتفـظ بـه للمـدة المرغوبة (وقـت الإحتفاظ) قبل أن يبرد ببطء إلى درجة الحرارة المحيطة. ووقت المعاملة تقريباً ٤٠ – ٥٠ دقيقة ممـا ينتـج عنـه بسترة ذات كفـاءة عاليـة بتكاليف عالية (وهى إستخدام طاقـة كبيرة والملء يجب أن يسير مع سرعة المبستر).

❖ البسترة الوميضية flash pasteurization

• ظروف غير مطهرة non-aseptic conditions: هـذا النظـام يمكـن إسـتخدامه مـع الكرتونـات وكلوريـد عديـد الفينـايل (ك.ع.ف PVC) وعديـد الاستر (ع.س PET) وكل مواد التعبئـة غير الزجاج والمعدن وهو صالح لكل من المشروب السـاكن/غير المكربـن والمكربـن. ويوصـل المبـادل الحـرارى بالخط مـع تنـك خلـط المنتج فـى حالة المنتجات السـاكنة/غير المكربنة ومع تنك الشراب المتوسط فى حالة المنتجات المكربنة. والشراب أو المنتـج النهائى يسخن بسرعة جداً إلى درجة حرارة البسترة ويحتفظ بـه لمـدة معينـة (عـادة ثـوان) ويبرد بسـرعة إلى درجة حـرارة الملء. والمشـروب النـهائى قـد يمرر خلال مبادل حرارى بهذه الطريقة فى طريقه إلى المكربن إذا لزم الأمر.

وميزة هـذه الطريقة من البسترة أن الدَّخل الكلى للحرارة إلى المنتج هو جزء من ذلك المطلـوب فى البسترة فى الوعاء. وينتج عن ذلك تأثيرات أقل كثيراً على النكهة واللون وعمر الرف. والعيـب أن التلـوث قد يحـدث أثنـاء المـلء و/أو وضـع الغطـاء/ ولـذا ظـروف صحيـة شـديدة مـع ضبـط الكائنـات الدقيقة يجـب المحافظة عليها فـى جميـع الأوقـات وقـد يحتـاج الأمـر إلى مـلء بعـض المنتجـات أو العبوات فى مساحات مغلقة فى غرف ضغط زائد من هواء معقم.

• ظروف مطهـــرة aseptic conditions: الطهارة asepticity يشار إليها أحياناً بأنها التعقيم التجـارى commercial sterility ولكـن مـع التعقيـم sterility يتوقع أن كل الكائنات التى يمكن قياسها قد تتلف بالعملية التى دائمـاً تجرى تحـت ظـروف درجة حـرارة أعلـى مـن ١٠٠ °م فـى أوعيـة مقفلـة بإحكام hermetically sealed وبذا نضمـــــن التخلـص مـن الكائنـات الدقيقـة للعبـوة كلهـــا (المنتـج + العبـوة). وفـى التعبئـة مطـهراً aseptic فالمنتج يعامل بالحرارة منفصلاً عـن الوعـاء ويحتفظ بـه فـى ظـروف ضغـط هـواء موجـب (وبـذا نمنـع أى كائنات ملوثة محتملة) حتى يمـلأ ويقفـل فـى العبـوة المختارة والتى عوملت بإنفصال لخفض أى تلـوث بالكائنـات الدقيقـة علـى سـطحها. وأمثلـة علـى الظـروف المطـهرة هـى تلـك الخاصـة بالترابـاك Tetra Pak حيث المنتج يبستر وميضياً علـى ٩٦°م لمدة ١٣ ثانية ويملأ فى ورق مقوى عومـل –سـابقاً– بفوق أكسيد الأيدروجين وهـذا يشكل إلى أنبوبـة ويقفل .

الكائنات الحية الدقيقة microbiology حيث الناتج النهائي يحتوى كائنات حية دقيقة - أحياناً - فهذه قد تكون من مجاميع مختلطة غالباً من أطوار نمو متتابعة وبعضها يموت أو ينمو لمدة قصيرة وغيرها يعيش وهذه تصبح مفسدة. والعوامل التى تؤثر على معدل نمو وموت الكائنات الحية التى قد تسبب الفساد كلها متصلة وأهمها بالنسبة للمشروبات الخفيفة: الماء المتاح والحموضة والمغذيات والمثبطات وجهد الأخسدة redox potential والكربنة والمواد الحافظة (عوامل داخلية) أما العوامل الخارجية فتشمل طبيعة وظروف وعدد الكائنات الدقيقة الملوثة والمعاملة (حرارة أو ترشيح) والتعبئة. والخمائر هى أهم الكائنات الحية الدقيقة المفسدة والتى تقابل فى المشروبات الخفيفة كما يوجد بعض البكتيريا والفطر (الجداول ٥، ٦).

جدول (٥): البكتريا التى ترتبط عادة بالمشروبات الخفيفة.

الجنس	الطبيعة	الفساد
Acetobacter	تتحمل الحمض، هوائية، تنتج حمض خليك وتحول حمض الخليك واللاكتيك إلى ثانى أكسيد كربون.	تكون فلماً ولطخاً وعكارة.
Bacillus	مثل *B. coagulans*، تحب الحرارة، هوائية، تحمل جراثيم.	تسبب الحموضة السطحية flat sours فى عصير الطماطم المعلب. وعزلت جراثيم من المكونات مثل مستخلصات كحولية وعكارة متعادلة .
Clostridium	مثل *C. pasterianum*، محبة للحرارة المتوسطة وتحمل جراثيم غير هوائية.	تعطى لطخ البيوتريك فى عصير الطماطم عزلت جراثيم مختلفة من المكونات.
Gluconobacter (*Acetomonas*)	تتحمل الحمض، هوائية، تنتج حمض الخليك. وتنمو على فاكهة لإنتاج مركب يربط الكبريتيت.	تسبب اللطخ أحياناً وعكارة. أحياناً لا فساد ظاهر ولكن تقلل كفاءة كب أ.
Lactobacillus	مقاومة للحمض، إختيارية هوائية أو غير هوائية، تنتج حمض لاكتيك وأنواع تنتج عدداً من النواتج منها ك أ، وبعض الأصناف متحملة للتناضح osmotolerant وبعضها ينتج ثانى الإسيتيل diacetyl وبعضها ينتج دكسترانات أو ليفانات levans.	التخمر أو اللطخ تسبب نكهة غير مرغوبة للمخيط buttermilk وتكون الحبال أو المرغ slime.
Leuconostoc	تتحمل الحمض، إختيارية غير هوائية تنتج حمض لاكتيك. وبعض الأنواع تنتج حمض خليك و ك أ٢ ... الخ. وبعضها ينتج دكسترانات أو ليفانات.	التخمر أو اللطخ، تكون الحبال أو المرغ slime.
Pidiococcus	تتحمل الحمض محبة لهواء قليل microaerophilic.	اللطخ.

٦- جدول (٦): الفطر المتصل بالمشروبات الخفيفة.

الجنس	الطبيعة	الفساد (عادة نمو فطر وهدم البكتين)
Aureobasidium (*Pullularia*)	ملوث منتشر يشبه الخميرة.	نادر.
Byssochlamys or *Paecilomyces*	تعزل كثيراً من الفاكهة والعصائر الطازجة. جراثيم الأسكو مقاومة للحرارة كثيراً، تتحمل مستويات منخفضة من الأكسجين.	اللطخ خاصة في المشروبات المعاملة بالحرارة.
Cladosporium	ملوث منتشر له طور الخميرة. والجراثيم مقاومة للمصححات sanitizers، *C. herbarum* يمكن أن ينمو على -٥°م.	نادر.
Eurotium or *Aspergillus*	كثيراً ماتعزل من الفواكه والعصائر. وبعض السلالات محبة للجفاف أو مقاومة جداً للجفاف. وبعضها مقاوم للحرارة.	
Geotrichum (*Oidium*) (machinery mould)	منتشر يعزل من بعض الفواكه الطازجة مثل الموالح ومنتجات الألبان. تشبه الخميرة. وبعض الأنواع تقاوم مبيدات الفطر.	اللطخ في عصائر الموالح غير المبسترة.
Penicillium	كثيراً ماتعزل من الفواكه الطازجة والعصائر. يمكن أن يُفسد الفاكهة مثل *P. digitatum* و *P. italicum* من الموالح، *P. expansum* من التفاح. وبعض السلالات مقاومة للحرارة. وبعضها يتحمل الجفاف. وبعضها ينمو على -٥°م.	
Sclerotinia or *Botrytis*	عزلت من الفواكه وهي مفسدة عامة للفواكه.	

❖العوامل الداخلية intrinsic factors

• نشاط الماء ن$_م$ (water activity (a_w)

محاليل السكروز المشبعة لها ن$_م$ a_w ٠,٨٥ وهذا يكافيء ٦٧° بريكس على ٢٥° م والتعاريف تختلف ولكن الخمائر والفطر القليلة التي تنمو في محاليل سكروز مشبعة تسمى محبة للتناضح osmophilic.

الخمائر المحبة للتناضح أو التي تتحمل الجفاف osmophilic or xerotolerant yeasts: الفطر التناضحي osmophilic fungi يميل إلى النمو على المواد الصلبة وعلى ذلك فإن الفطر المتناضح osmophiles الذي يعزل من المركزات هو عادة الخمائر.

وأعضـــاء مـــن الجنـــس المعـــروف *Zygosaccharomyces* كثيراً ماتقـاوم المـواد الحافظـة. وكذلـك مـن الخمـائر التناضحيـة أنـــواع *Hansenula* و *Kluyveromyces* و *Saccharomyces* و *Schizosaccharomyces* و *Torulopsis*.

والخمائر المقاومة للتناضح Osmotolerant تنمو على مستويات أعلا قليلاً من ن$_م$ a_w وهذه تشمل أعضاء مـن الأجناس المبنية أعلاه وكذلك من أجنـــاس *Candida* و *Hanseniaspora* و *Kloeckera*.

وتنكات أو إسطوانات الشراب أو المركزات تتعرض أحياناً لتموجات درجة الحرارة بحيث تتكـون المكثفـات وتخفـف تركـيز السـكر فـى الطبقـات السطحية. وتحت هذه الظروف فالكائنات المحبة للتنـــاضح osmophilic والمقاومـــة للتنـــاضح osmotolerant تنمو بسرعة.

• الحموضة (جـ$_{يد}$) acidity (as pH level)

المشروبات الخفيفة لها مستويات حموضة جـ$_{يد}$ من ٢,٠ – ٤,٥. ولما كانت الكائنات الدقيقة لاتنمـو بكثرة فى هذا المدى فإن الحموضة أحد عوامل الثبـات. والحموضة تـأتى مـن المكونـات أو مـن المحمضات المسموح بها مثـل حمـض اللاكتيـك والستريك والماليك والطرطريك. وبكتيريا التسمم نادراً ماتنمو تحت جـ$_{يد}$ ٤ وجراثيم البكتيريا غير منتظر أن تثبت تحت جـ$_{يد}$ ٤,٢ والبكتيريا التى ربما عزلت مـن المشـروبات الخفيفـة هـى أعضـاء فـى بكتيريا حمـض اللاكتيـك والخليـك وأنـواع منـها يمكنـها أن تـهيىء للنمـو علـى جـ$_{يد}$ ٢ مثـل بعـض الخميرة. وبذا فالتحميض وحده ليس ضماناً لتثبيط نمو الكائنات الدقيقة.

والخميرة عموماً مقاومة للحمض أكثر من البكتيريا. وأقـــل جنـــس مقـــاوم للحموضـــة هـــو *Schizosaccharomyces* وأكـــثر الأجنـــاس مقاومـــة للحموضـــة هـــى *Dekkera* أو *Brettonomyces* و *Candida* و *Torulopsis* و *Zygosaccharomyces*. ولـذا فـإن المشـروبات الأقل حموضة تكون فى خطر الفساد من عدد من الكائنات الدقيقة التى تنمو أسرع عن لـو كانت فى مشـروبات أكـثر حموضـة. وكثيراً مـايحمض عصـير الطماطم إلى جـ$_{يد}$ ٤,٢ ويعامل حرارياً لقتل البكتيريا الحاملة للجراثيم.

وإستثناءاً نمو البكتيريا الممرضة قد يرجـع إلـى منتج أعتبر حمضياً جـــداً. فالـ *Salmonella typhimurium* عزل من عصير تفاح عصر حديثاً على جـ$_{يد}$ ٣,٤ – ٣,٩.

والحموضة تُزيد من فاعلية العوامل الأخرى مثل الكربنة وإضافة المواد الحافظة.

مغذيات الكائنات الدقيقة

microbial nutrients

تحتوى المشروبات المخففة على كميات كافية من الكربوايـــدرات مثـــل الجلوكـــوز أو الفركتـــوز والأحمـاض العضويـة مثـل حمـض السيتريك فـى أشكال تؤيضها الكائنات الدقيقـة بسهولة. وإتاحـة النتروجين أو الفيتامينـات تُحِـد إختيارياً مـن نمـو الكائنات الدقيقة لأن الخميرة تختلف فى مقدرتها على إستخدام مصادر النتروجين وبعضها يعتمد على بعض الفيتامينات.

والمشروبات ذات المدى المحدد من مغذيات الكائنات الدقيقة والحموضة المرتفعة مثل التونيكات tonics يمكن أن تفسد بواسطة مدى ضيق من الخميرة عادة *Candida* أو *Dekkera* أو *Pichia* أو *Rhodotorula* أو *Torulopsis*. والمشروبات التي تحتوى على مكونات عضوية قليلة مثل الكارامل تعطى مدى أوسع من مغذيات الكائنات الدقيقة. والمشروبات التي تحتوى على مستويات عالية من عصائر الفاكهة تدعم أوسع مدى من الكائنات الدقيقة، ولو أن الخمائر الأبطأ نمواً مثل *Zygosaccharomyces* كثيراً مايفوقها في النمو أ لـ *Torulaspora* أو *Saccharomyces*.

مثبطات الكائنات الدقيقة
microbial inhibitors

تأتي هذه من مستخلصات نباتية مثل زيوت الموالح والأعشاب ولكنها توجد في تركيزات منخفضة جداً وفعالة فقط في إرتباطات مع مثبطات أخرى مثل مستويات عالية من الحموضة والكربنة.

جهد الأكسدة والإختزال (جـهـ Eh)
oxidation reduction potential

جهد الأخسدة يؤثر على نوع الكائنات الدقيقة وأيضاً هو يعتمد على تركيزات المواد المؤكسدة والمختزلة وعلى رقم جـهـ وكمية الأكسجين المذاب. وجهد الأخسدة يزداد بزيادة الحيز العلوى وبالملء الناقص أو بإستخدام مواد منفذة للأكسجين كأوعية وكل هذا يعزز نمو البكتريا الهوائية والخميرة المكونة لفيلم ومعظم الفطر. وجهد الأخسدة يقل بالبسترة وبعوامل الإختزال مثل فيتامين ج وكب أ.

تأثير الكربنة effect of carbonation

الكربنة تستخدم في المشروبات الخفيفة على أحجام من ١ – ٥ ولها نشاط ضد الكائنات الدقيقة على أحجام فوق ٢,٥ – ٣,٠ في المشروبات ذات جـهـ منخفض ومغذيات الكائنات الدقيقة والفلورا الدقيقة الأصلية. وهذا التأثير غالباً يرجع إلى إزالة الأكسجين حيث أن معظم التأثير يحدث ضد الهوائيات الإجبارية. ومعظم الخميرة إختيارية لاهوائية. والكربنة قد تقلل من معدل نمو الخميرة الهوائى الأصلي ولكن لها تأثير بسيط أو لاتأثير على الطور التابع للتخمر (غير هوائى). وأعضاء بكتريا حمض اللاكتيك تختلف في إحتياجاتها التنفسية وعلى ذلك فتأثرها يختلف. والكربنة تزيد من الحموضة قليلاً وبذا تزيد من المقاومة الداخلية للكائنات الدقيقة. ويوجد بكتيريا أقل جوهرياً في المياه المعدنية أو المعين المكربنة عن مثيلاتها غير المكربنة/الساكنة والمعبزجة في نفس الوقت. والكربنة تقتل بكتيريا الماء الطبيعية (غالباً هوائية) وهي مؤثرة ضد الممرضات المعوية مثل *Escherichia coli* ولو أن البعض قد يبقى لعدة أسابيع.

تأثير المواد الحافظة
effect of preservatives

المواد الحافظة المسموح بها في المشروبات الخفيفة هي حمض البنزويك وحمض السوربيك وثاني أكسيد الكبريت أما استرات p ايدروكسي

حمض البنزويك (بارابينات) فبعض البلاد لاتسمح بها.

والأجزاء غير المتأينة من حمض البنزويك والسوربيك أو أملاحها هي التي لها نشاط ضد الكائنات الدقيقة وإتاحة هذه تزيد مع ثابت التأين ج ت ١ pKa (ج يد الذي عنده ٥٠٪ من الحمض الكلي غير متأين) (الجدول ٧).

جدول (٧): المواد الحافظة المسموح بها في المشروبات الخفيفة.

المادة الحافظة	ن.ى.ق (مجم/كجم وزن جسم/يوم)	اقصى مستوى في المشروبات الخفيفة للإستهلاك بدون تخفيف في المملكة المتحدة (جزء في المليون)	ج ت ١ pKa	النسبة المئوية التقريبية للحمض غير المتأين على مختلف مستويات ج يد		
				٢,٠	٣,٠	٤,٠
حمض البنزويك	٥,٠	١٦٠	٤,٢	٩٩	٩٣	٦٠
بارابينات الميثايل	١٠,٠	١٦٠	٨,٥	١٠٠	١٠٠	١٠٠
بارابينات الايثايل	١٠,٠	١٦٠	٨,٥	١٠٠	١٠٠	١٠٠
بارابينات البروبايل	١٠,٠	١٦٠	٨,٥	١٠٠	١٠٠	١٠٠
حمض السوربيك	٢٥,٠	٣٠٠	٤,٨	١٠٠	٩٧	٨٢
ثاني أكسيد الكبريت	٠,٧	٧	٢ ج ت ١ pKa قيم في مخلوط متوازن			

ن.ى.ق : المتناول اليومي المقبول acceptable daily intake ADI

ومن العوامل التي تؤثر على إتاحة المادة الحافظة هي تفاعلها reactivity وذوبانها وثباتها. والكفاءة ضد الكائنات الدقيقة تتوقف على عددها وحالتها ومقدرتها على أن تصبح مقاومة.

حمض البنزويك benzoic acid

يؤثر عادة في المشروبات الخفيفة التي لها رقم ج يد أقل من ٣,٠ وبعض البكتريا (وهي ليست مفسدة للمشروبات الخفيفة) تستطيع إلى تهدم حمض البنزويك وتهدم تأثيره الحافظ. وبعض الخميرة مثل *Candida* و *Saccharomyces* و *Torulopsis* هي كائنات مفسدة ممكنة للمشروبات الخفيفة تستطيع أيض حمض البنزويك وتصبح مقاومة له ولكن *Zygosaccharomyces bailii* و *S. bioporus* أسرع في أن تصبح مقاومة لحمض البنزويك أو السوربيك. فقد وجد النمو في تركيزات حفظية أعلا كثيراً عن تلك المسموح بها في المشروبات الخفيفة. وحمض البنزويك قد يكون أقل مناسبة كمادة حافظة لبعض المكونات وهو يدخل الطور الدهني لزيت النكهة في الفاكهة الحمضية في مستحلبات الزيت في الماء ويستطيع أن يرتبط بالبروتينات إذا كانت هذه موجودة كمستحلبات أو كمثبتات.

حمض السوربيك sorbic acid

حمض السوربيك (حمض ٢، ٤-سداسي ثنائي اينويك 2,4-hexadienoic acid) في شكله غير المتأين يكون متاحاً على نسب أعلا من الشكل غير المتأين لحمض البنزويك في المشروبات الخفيفة ذات مستوى جيد أعلا من ٣,٠. وهو عموماً مؤثر ضد الخميرة والفطر الأخرى ولكن قد يكون أقل تأثيراً ضد بعض البكتريا بما فيها بكتريا حمض اللاكتيك والتي قد تهدمه.

وبعض الخميرة والبكتريا تستطيع أيض حمض السوربيك وتحصل على الطاقة منه وبعض سلالات *Zygosaccharomyces* تصبح مقاومة جداً له.

أسترات الباراايدروكسي بنزوات
parahydroxybenzoate esters
(الميثيل والايثيل والبروبيل)

لا تتأثر إتاحة أسترات البارابينات برقم جيد للمشروبات الخفيفة. والذوبان ينقص بزيادة طول السلسلة الجانبية للألكايل ولكن النشاط ضد الكائنات الدقيقة يزيد بطول هذه السلسلة الجانبية. والتأثير مشابه لحمض البنزويك.

ثاني أكسيد الكبريت sulfur dioxide

ثاني أكسيد الكبريت مضاد للكائنات الدقيقة مثل بعض البكتريا والخمائر وبعض الفطر. وحيث يكون مؤثراً فإن تركيزات منخفضة مثل ٣٠ جزء في المليون كب أ٢ حر يمكن أن تستخدم. وهو كغيره من المواد المحافظة فإن مفعوله يتعزز بالظروف الحمضية للمشروبات الخفيفة. وهو يذوب في الماء ليكون مخلوطاً يتوقف تأثيره على جيد وتأثيره ضد الكائنات الدقيقة يكون غالباً من كب أ٢ الجزيئي غير المرتبط وغير المتأين. والنسبة هذه تزيد بانخفاض جيد تحت ٤,٠.

والخمائر المؤكسدة مثل *Pichia membranaefaciens* و Rhodotorula والفطر المشابه للخميرة *Geotrichum* أكثر حساسية لتأثير كب أ٢ عن الخمائر التي تُخمِّر مثل *Hansenula* و *Saccharomyces* و *Zygosaccharomyces*.

وثاني أكسيد الكبريت فعال جداً ويكون كبريتيتات تظهر نشاطاً صغيراً ضد الكائنات الدقيقة وله درجات مختلفة من الثبات (كب أ٢ المرتبط). وهذه الكبريتيتات كثيراً ماتتكون مع مكونات الفاكهة في المشروبات الخفيفة. وتحليل كب أ٢ الكلي والحر ضروريان لأن اللوائح تشير إلى أقصى تركيز كلي أي حر ومرتبط.

العوامل الخارجة extrinsic factors

العوامل الخارجية التي تؤثر على ثبات الكائنات الدقيقة تشمل طبيعة الكائنات الدقيقة مثل مقاومة المواد الحافظة أو الحرارة ونوع الحرارة أو الترشيح.

ومقاومة الكائنات الدقيقة للحرارة للمزارع النقية يعبر عنه بقيم د Dوقيم ى Z. وقيمة د D أو زمن الخفض العشري decimal reduction time هو الوقت اللازم لقتل ٩٠٪ من مجموعة الكائنات الدقيقة على درجة حرارة معينة. أما قيمة ى Z فهي الإرتفاع في درجة الحرارة المطلوب لخفض قدره ١٠ مرات في قيمة د D. وجراثيم البكتيريا المختلفة والفطر التي توجد في بعض منتجات

الفاكهة مقاومة للحرارة ولكن مقاومة بعض جراثيم اسكو ascospores للخميرة أثبتت فقط من فترة قصيرة. ومقاومة الحرارة فى الخمائر يتوقف على السلالة ويختلف مع العوالم مثل الحموضة ومحتوى لب الفاكهة وتركيز المواد الصلبة ونسبة جراثيم الاسكو. وبعض سلالات الخميرة تنتج جراثيم اسكو والتى تعتبر أكثر مقاومة للحرارة عن الخلايا الخضرية وقد تصل المقاومة إلى ٢٠٠ مرة قدر الخلايا الخضرية.

أخذ العينات sampling

يوصى بأن يؤخذ ٠,٠١ - ٠,١٪ من وحدات العبوات النهائية لفحصها وتخزن قبل أن تفحص لمدة ٨ أسابيع قبل عمل أى فحص بالرؤيا أو الحس. وكذلك تؤخذ عينات من المواد الخام والمكونات والإنتاج ومواد التعبئة كما تؤخذ عينات من خطوط الإنتاج.

ومستوى الخميرة المقبول فى المشروبات الخفيفة المعبأة حديثاً المحفوظة و/أو المبسترة يختلف من ١ إلى ٢٥ وحدات مكونة لمستعمرات فى كل ٥مل.

طرق الإختبار test methods

طرق العد التقليدية تحاول أن تنتمى الوحدات المكونة للمستعمرات من عينات فى الوسط حتى تتكون المستعمرات وتعد. والوسط لعزل الفلورا الدقيقة للمشروبات الخفيفة إما عامة أو إنتقائية أو مبنية على مشروبات معينة مثل أجار عصير الطماطم. والوسط الحمضى الإنتقائى يقل تفضيله الآن لأنه أظهر منع إستعادة وحدات تكوين المستعمرات من الخميرة "تحت ضغط stressed".

والتخفيف أو أحجام العينات المكررة من ٠,١ - ٥,٠ مل تختبر بالبسط spread أو الصب فى أطباق pour plates، والأحجام الأكبر بواسطة طرق الإعداد الأكثر إحتمالاً most probable number أو إذا أمكن بواسطة الترشيح الغشائى membrane filtration. ودقة وأعطاء نفس الناتج مرة أخرى reproducibility هذه الطرق تعتمد كثيراً على تقنية العامل ونفعها يعتمد على فهم النتائج. ولكن خبراء الكائنات الدقيقة يمكنهم أن يكتسبوا نظرة فى إحتمال هوية المعزولات.

والمجهرية المباشرة تعطى اختباراً سريعاً للتلوث الكبير فقط. وهو يستخدم تقليدياً لعد جراثيم الفطر وأجزاء عصائر الفاكهة (عد هوارد) والمصانع (Geotrichum).

والطرق التقليدية يمكن أن يحل محلها طرق آلية instrumental سريعة وهذه يجب أن تؤيد/تثبت لأنها تمثل أنواعاً مختلفة من البيانات تتصل بقياسات لمكونات الخلية أو تغيرات المعاوقة impedance للوسط أو زيادات فى النواتج الثانوية للكائنات الدقيقة. وعندما تثبت فهذه الطرق تكون أقل إعتماداً على تقنية العامل وخبرة الكائنات الدقيقة. وحيث أنها تعطى فرصة أقل لمعرفة معزولات الكائنات الدقيقة فإن وثاقتها يجب أن تقدر بعناية.

(Macrae)

الأهمية الغذائية dietary importance

قد تكون المشروبات الخفيفة مساهمة قيمة لتناول السوائل، خاصة للأطفال والمراهقين (الجدول ٨). والمشروبات الخفيفة لاتحتوى دهناً أو أليافاً ولكن قد تحتوى آثاراً غير جوهرية من البروتين. وتختلف الطاقة كثيراً وتأتى من المحليات خاصة السكر والمشروبات الخفيفة المُحَّلاه بمخاليط من السكر والمحليات الشديدة بها طاقة أقل من تلك المحلاه بالسكر.

والسكر المضاف يختلف من ٦ – ١٠٪ ومعظمه جلوكوز وفركتوز وكميات صغيرة من السكروز وربما المالتوز. وقد تستخدم المحليات الشديدة لأسباب تقنية أو أغراض إقتصادية أو لإعتبارات صحية وعادة فى إرتباطات حتى أن جدود واحد منها يغطيها الآخر. والمشروبات المحلاه بالاسبارتام تحتوى الحمض الأمينى فينيل الانين وهذا لايناسب مرض تمثيل كيتونيوريا phenylketonuria.

وفى أطفال المدارس فإن ٠,٧ – ٤,٨٪ من الطاقة الكلية تؤخذ من المشروبات الخفيفة. والمشروبات الخفيفة والحلويات وسكر المائدة ساهمت فى ١٠٪ من الطاقة الغذائية وفى ٤٠٪ من السكر فى الغذاء فى الأطفال سن ١١ – ١٢ سنة. ولم تدل النتائج على أن تناول السكر له علاقة بالسمنة فى هذه المجموعة.

وفى دراسة على من عمرهم من ١٥ – ١٨ سنة تبين أن هناك نقصاً فى إستهلاك المشروبات الخفيفة مع زيادة السن فمتوسط الإستهلاك من ٢٠٠جم إلى ١٥٥جم ومن ٢٢٠جم إلى ١٤٥جم مشروبات خفيفة للإناث والذكور على التوالى وبالبلوغ نقص إستهلاك المشروبات الخفيفة بدرجة كبيرة.

جدول (٨): التكوين الغذائى للمشروبات الخفيفة فى كل ١٠٠مل.

المشروب	الرطوبة (جم)	الطاقة (كيلوجول)	كربوايدرات (جم)	جلوكوز (جم)	فركتوز (جم)	سكروز (جم)	مالتوز (جم)
هريس الموالح squash	٧٢,٠	٣٩٨	٢٤,٩	١٠,٥	١٠.٥	٣,٨	–
مشروب الموالح drink	٧٤,١	٣٤١	٢١,٣	١١,٦	٩,١	٠,٥	٣.٢
مسحوق الموالح crush (غير مركز)	٨٠,١	١٥٨	٩,٩	٤,١	٤,١	١,٦	–
هريس موالح قليل السعرات	٩٥,٤	٣٧	٢,٣	١,٢	١,١	–	–
مشروب موالح قليل السعرات	٩٤,٦	٨٦	٥,٥	١,٤	١,٤	٠,٤	–
مسحوق موالح قليل السعرات (غير مركز)	٩٨,٧	١٣	٠,٨	٠,٢	٠,٦	–	–
مكربنات	٩٠,٧	١٥٢	٩,٥	٤,٠	٤,٨	١,٧	–
مكربنات قليلة السعرات	٩٩,٦	صفر	صفر	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٠٦	–
مشروب زنجبيل الموالح ginger ale citrus drink	٩٥,٩	٦٢	٣,٩	١,٧	١,٦	٠,٥	–

❖ منتجات للإستخدام الخاص
products for specific uses

• مشروبات مرضى البول السكرى
diabetic drinks

هذه مطلوب ألا تحتوى على أى سكر غير الفركتوز – بالقانون فى المملكة المتحدة – والذى يؤيض فى الكبد. والخطوات الأولية لأيضه مستقلة عن الأنسولين. وبعض المنتجات تحلى بالكحولات السكرية (سوربيتول وزيلوتول ومانيتول ولاكتيتول) ولكنها لاتؤدى أى فائدة أكثر من الفركتوز ولاينتج عنها نقص فى طاقة المشروب. وقد أُقترح أن الكحولات السكرية لاتزيد عن ٢٥جم لأنها قد ينتج عنها إسهال تناضحى osmotic diarrhea. وهناك عدد من المشروبات ذات السعرات المنخفضة ثم إستبدال السكر فيها جزئياً أو كلياً بمحليات شديدة وعلى ذلك فهى تعطى سعرات أقل.

• مشروبات الرياضة sports drinks

تشجع هذه المشروبات على أنها تحل محل الماء والاليكتروليتات التى تفقد أثناء التمارين بالعرق. وهذه المشروبات تتكون من مخاليط من السكر والملح والبوتاسيوم والماء مع قليل من فيتامين ج وبعضها يدعى أنه مساو فى التناضح isotonic وبعضها يدعى أنه أقل hypotonic. وفى كثير من الأحيان فإن الماء بديل مقبول.

• مشروبات الأطفال infant drinks

مشروبات الأطفال بما فيها المشروبات العشبية herbal قُدِمَت كمشروبات لإطفاء الظمأ أثناء خفض إستهلاك اللبن فى السنة الأولى من الحياة. ومشروبات الأطفال أقل فى السكر من عصائر الفاكهة وبها فيتامين ج. ويضاف شراب البوتاسيوم كمنظم للحموضة. ومعلموا الصحة يقترحون أنه بعد سن ٦ أشهر يمكن للأطفال أن يشربوا لبن البقر أو عصير طبيعى مخفف أو ماء.

❖ المشروبات الخفيفة والصحة
soft drinks & health

• تسوس الأسنان dental caries

ربما كان السكر هو السبب الهام فى تسوس الأسنان. والتسوس يتصل إيجابياً بكمية السكريات الخارجة غير اللبنية فى الغذاء ومقدار إستهلاكها. ويعتمد تسوس الأسنان على نمو البكتريا على سطح الأسنان وأيض السكريات فى الفم بهذه البكتريا وتكوين حمض يهاجم الأسنان ومدة بقاء السكر فى الفم مهم جداً.

ومع إستهلاك المشروبات الخفيفة المتزايد فإن هناك إهتماماً بتأثير هذا على صحة الأسنان والإستخدام الزائد للمشروبات الخفيفة هوجم لسببن: الأول أن معظم المشروبات الخفيفة مبنية على الفاكهة أو مكربنات أو كلاهما ولذا فقد تكون حمضية بدرجة كافية لتآكل سطوح الأسنان التى لم تغطى باللويحة السنية dental plaque. وثانيا فتلك التى تحتوى كربوايدرات تتخمر قد تخدم كمصدر لمواد تفاعل تنتشر فى اللويحة السنية ومن هذه يمكن للكائنات الدقيقة التى تعيش فى اللويحة أن تستطيع توليد حمض وبالتالى تحدث عملية هدم وتسوس الأسنان.

والمشروبات المكربنة أقل تأثيراً عن عصير البرتقال الصافى وعن مشروب عصير التفاح والتآكل قد يكون

أكثر أهمية. وكثير من المشروبات الخفيفة تحتوى سكراً وإذا سمح لها أن تبقى في الفم لمدد طويلة فقد تساهم في عملية التسوس حيث يعمل السكر كمادة تفاعل لتكوين الحمض.

والعوامل الحامية مثل الكالسيوم والفوسفور قد تساعد في الحد من إزالة المعادن من الأسنان.

(Macrae)

ملحوظة: في مبدأ هذا المقال عرف المشروب الخفيف بأنه ذلك المشروب الذى يحتوى على أقل من ١٪ كحول وهذا التعريف لايتفق مع تقاليد وعادات الكثيرين فيجب أن يلجأ إلى تعريف آخر لايستخدم الكحول كأساس فمثلاً يقال أن ذلك المشروب الذى يتخذ الفاكهة أو عصيرها أو السكريات أو السكريات المحلية الشديدة أساساً وفى هذه الحالة فإن المشروبات الخفيفة (الآن) التى تحتوى على كحول تخرج من هذا التقسيم ويكون لها قسم مستقل.

(المحرر)

شرد

الإستشراد الكهربى electrophoresis

تقنيات الإستشراد الكهربى هى من أوائل الطرق فى فصل وتحليل البروتينات فى الأغذية. وهى تصف هجرة وفصل الجسيمات المشحونة (أيونات) تحت تأثير حقل كهربى. ونظام الإستشراد الكهربى يتكون من قطبين لهما شحنتان متضادتان (موجب anode وسالب cathode) متصلتين بواسطة موصل يسمى اليكتروليت. والتأثير الفاصل على الجسيمات المتأينة ينتج من الفرق فى سرعتيهما (س v) وهذه ناتج حاصل حركة الجسيمات (ح m) وقوة الحقل (ق E)

$$س = ح ق \qquad v = m E \qquad (١)$$

والحركة ح m لجسيم متأين تقدر بحجم الجسيم وشكله وشحنته ودرجة الحرارة أثناء الفصل وهى ثابتة تحت ظروف الإستشراد المحددة.

وظروف الإستشراد تتميز بمعالم كهربية (التيار current والفولت voltage والقوة power) وبعوامل مثل القوة الأيونية وقيمة جيد واللزوجة وحجم الثغور ... الخ. والتى تصف الوسط الذى تتحرك فيه الجسيمات.

وإزالة الحرارة التى تتولد بمرور التيار الكهربى هى إحدى المشكلات الرئيسية فى معظم أشكال الإستشراد الكهربى. وأى فرق فى درجة الحرارة يتسبب فى فرق معدلات هجرة خلال الوسط مما ينتج عنه تحريف فى حزم الجزيئات المفصولة، فتحليل الإستشراد الكهربى يكون مثالياً لو أمكن عمله تحت درجة حرارة ثابتة (الجدول ١).

بنيات formats

عموماً كل أنواع الإستشراد الكهربى يمكن أن يتم فى "محلول حر free solution" حيث لايستخدم أى مثبت مضاد للحمل anticonvective أو فى وسط مدعم support medium حيث شبكات تدعيم مضادات الحمل تكبح تيارات الحمل المدفوعة حرارياً والإنتشار فى وسط الإستشراد الكهربى.

جدول (١): صيغ الإستشراد الكهربى والخواص الأساسية للنظم.

الصيغة	المميزات
- نطاق الإستشراد الكهربى zone electrophoresis	نظام مستمر اليكتروليتى، جهد مستمر وقوة أيونية مستمرة، ويمكن تأثير نخلى ويتوقف على وسط التدعيم.
- أيونات تتحرك بسرعة متساوية فى وجود فصل كهربى وتفصل بحركتها النسبية (أ.ح.س.ن) isotachophoresis	نظام اليكتروليتى غير مستمر، تأثير مركز، الهجرة عند نفس السرعة. (McGraw-Hill & Academic)
- التأثير عند تساوى الجهد الكهربى isoelectric focusing	نظام اليكتروليتى مستمر، منحدر جهد مستقيم وثابت، لاتأثير على نخل الجزيئات molecular sieving.

وفى وسط التدعيم فحركة وحدة الفصل يمكن أن تتأثر بعوامل إضافية منها الإمتزاز وتأثيرات التبادل الأيونى مع الشبكة matrix وعدم التجانس فى الشبكة المدعمة والإنتفاخ الكهربى electroendosmosis بجانب أن البيئة المدعمة تسمح برؤية النطاقات zones المفصولة فى بنيات تقليدية حيث يمكن صبغ وإزالة صباغتها ومعاملتها بطرق ليست ممكنة فى المحاليل الحرة للشرائح strips والرقائق والألواح slaks.

والجدول (٢) يعطى معظم البنيات والطرق المستخدمة فى الإستشراد الكهربى فى تحليل الأغذية والجل (جلات) المصنوعة من عديد الأكريلامايد والأجاروز وهى الوسط الداعم المستخدم اليوم. وإستخدام شرائح خلاف السيليولوز منتشر لعمل غربلة screening روتينية حيث المناولة السهلة والإتاحة التجارية للمواد المعدة للإستعمال والسرعة هى خواص مناسبة. والإستشراد الكهربى على الورق وفى الطبقة الرقيقة (مثل السيليكا جل) تستخدم بنجاح لتحليل عديد السكر عالى الوزن الجزيئى وعديد السكر الدهنى.

جل الأجاروز agarose gel

الأجاروز عديد سكر عالى النقاوة ويأتى من الآجار وهو منتج طبيعى من عشب البحر الأحمر. ومواد الأجاروز المتاحة تجارياً تظهر مستويات مختلفة ومميزة جداً من الهجرة تحت تأثير حقل كهربى للطور السائل لمحلول غروى فى إتجاه القطب (الإنتضاح الكهربى electroendosmosis) نظراً لوجود مجموعات كبريتات وكربوكسيل فى الآجار. (Academic)

وبالرغم من أن الإستشراد الكهربى على جل الأجاروز قد حجب بإستخدام عديد الأكريلامايد فى تحليل معظم البروتينات والبروتينات الكربوايدراتية فهى لازالت ذات قيمة فى التطبيقات التى تحتاج إلى حجم ثغور كبيرة جداً وبالتالى جل غير مقيد non-restrictive مطلوب مثل:

١ - طرق إستشراد كهربى مناعية immunoelectrophoretic خاصة تلك التى تعتمد على خطوة الإنتشار المناعى immunodiffusion (الطباعة المناعية والتثبيت المناعى).

جدول (٢): طرق إستشراد كهربى مهمة وطرق استبيانها فى تحليل الأغذية.

البنية	طريقة الاستشراد الكهربى	طريقة التحديد
فى محلول حر	إستشراد كهربى فى نطاق شعيرى. أيونات تتحرك بسرعة متساوية فى وجود حقل كهربى وتفصل بحركتها النسبية isotachophoresis فى نطاق شعيرى.	على الخط كهربى على الخط بصرى على الخط حرارى
فى وسط لاينخل	نطاق إستشراد كهربى فى أجاروز. التأثير عند تساوى الجهد الكهربى فى أجاروز.	صبغ البروتينات [أ]: كوماسى أزرق، أميدو أسود، فضة. ذهب غروى.
فى وسط ينخل	نطاق إستشراد كهربى عديد اكريلامايد: فى جل متجانس ومنظم buffer. فى جل عديد الأطوار ومنظم buffer مع أحجام ثغور منحدرة. فى وجود منظف SAS ك.ص.د. تأبير عند تساوى الجهد الكهربى فى عديد الأكريلامايد.	مركزة لمكونات مخصوصة [أ]. طرق تحليل لنشاط الإنزيمات: جليكو-، ليبو-، فوسفوربروتينات تثبيت المناعة. طبع المناعة (بروتينات كربوايدراتية ودهنية). التبقيع على شبكة مثبتة [أ]. طرق صبغ عادية. تبقيع المناعة/روشمة الإنزيم.

أ: طرق الإستبيان هذه صالحة لكل من الوسط الناخل وغير الناخل.

٢- فصل جزيئات كبيرة جداً لها قطر أيدرودينـاميكى hydrodynamic فوق ٥ - ١٠ نانومتر nm مثل الأجسام المضادة والبروتينات الدهنية وبعض بروتينات الأغشية والأحماض النووية والفيروسات.

وجل الأجاروز بالرغم من كونه جاسىء rigid فهو أقل مطاطية elastic عن عديد الأكريلامايد وبالتالى يمزق أسهل ويحتاج إلى مناولة متنبهه.

جل عديد الأكريلامايد polyacrylamide gel

يفضل هذا الجل لأنه يعطى شبكات خاملة كيماوياً ولها حجم ثغور تختلف ومُعَرَّفَة جيداً وثابتة ميكانيكياً. فإن جل عديد الأكريلامايد (ع.كر polyacrylamide gel (PAG هو - من المحتمل - أكثر وسط جل مستخدم فى تحليل الإستشراد الكهربى فى تحليل الأغذية اليوم. والجل قوى ميكانيكياً وسهل المناولة وشفاف تماماً. ونظراً لحجم الثغور الصغيرة فإن الإنتشار محدد فى ع.كر PAG وعادة يعطى فصلاً resolution لمعظم البروتينات (مع وزن جزيئى أقل من ٥٠٠٠٠٠) أكثر من أى جل آخر.

ع.كر PAG يتكون ببلمرة وحدات اكريلامايد مع تشابك الوحدة المتعاونة ن،ن/-ميثيلين-بيساكريلاميد (م.ب.كر N,N'-methylene bisacrylamide (BIS) فى وجود شقوق حرة عادة مزودة بالبادىء الكيماوى بيركبريتات

الأمونيوم ammonium persulphate أو البادىء الكيماوى الضوئى ريبوفلافين. وينظم تفاعل البلمرة بإضافة ن، ن، ن/، ن/- رابع ميثيل إيثيلين ثنائى الأمين N,N,N',N'-tetramethyl ethylenediamine (ر.م.إ.أ TEMED) وهو مصدر لرابع الأمين tertiary amines.

ويمكن ضبط حجم الثغور فى الجل بضبط كل من تركيز الأكريلامايد (كر٪ C%) ونسبة عامل التشابك (م.ب.كر BIS) إلى الأكريلامايد (كر٪ T%) وهذا ينتج عنه خواص نخلية جزيئية مُعَّرَفَة جيداً تؤدى إلى تأثير فصل إضافى يتوقف على الحجم الجزيئى.

المعاملة المبدئية للعينات

sample pretreatments

إذا كانت عينة البروتينات غير قابلة للذوبان أو معرضة للتجمع أو الترسيب أثناء الفصل بالإستشراد الكهربى فإن عوامل مؤينة ومفككة للطى مثل اليوريا أو منظفات غير أيونية (مثل أوكتيل جلوكوسايد و ننيدت ب٤٠ Nonidetet P40) تضاف إلى العينة أو الجل. وعوامل الثيول thiol غير المشحونة مثل β-ميركابتوإيثانول أو المركبات عديمة الرائحة ثانى ثيوثريتول dithiothreitol أو ثانى ثيوايريثريتول dithioerythritol تستخدم لحماية مجموعات الثيول فى البروتينات ضد الأكسدة (فقد النشاط الإنزيمى) وتكوين رابطة ثانى الكبريتيد disulphide. وحقيقة حيث أن هذه المفاعلات تشق أيضاً روابط ثانى الكبريتيد فإنه يمكن إضافتها مع عامل مؤين مثل اليوريا أو بالأفضل كبريتات صوديوم دوديسايل (ك.ص.د SDS sodium dodecyl sulphate) لتسبب تحلل البروتينات وتجمعاتها المقصودة إلى مكوناتها من تحت الوحدات. وهذا يستخدم بنجاح مع إستشراد كهربى ك.ص.د.ع.كر SDS-PAG حيث العينات تجرى مع إستخدام أو عدم إستخدام عوامل إختزال الثيول لإعطاء تقدير عن درجة تشابك البروتين cross-linking بواسطة روابط البيكبيرتيد داخل الجزىء و/أو بين الجزيئات.
وقبل التأبير عند تساوى الجهد الكهربى فإن العينات يجب أن يزال الملح منها بواسطة الترشيح الفائق ultrafiltration أو النث dialysis على سبيل المثال.

جل الإستشراد الكهربى

gel electrophoresis

جل الإستشراد الكهربى هو نطاق zone الإستشراد الكهربى فى شبكة جل خاملة كيماوياً مثل عديد الأكريلامايد أو الأجاروز. والعينة توضع فى حجم صغير على هيئة نطاق ضيق مثل جل الثقب gel slots وعندما يوصل الحقل الكهربى فإن كل مكون فى العينة يهاجر تبعاً لحركته فى وسط جل ذى $جـ_{يد}$ ثابت وكذلك قوة أيونية ثابتة. والفصل إلى "نطاقات نقية pure zones" يحصل عليه بالحصول على أقصى حد من معدل الهجرة بينما يقلل إلى أقل حد نشر/بسط النطاقات zone spreading (تشتت) نظراً لحمل الحرارة والإنتشار.
وفى الوقت الحالى هناك ثلاثة أشكال هندسية يتم فيها عمل جل الإستشراد الكهربى: ألواح أفقية

horizontal slabs وألواح رأسية أو إسطوانات رأسية (عصيان) من الجل ويشار إليها كثيراً بجل الأنابيب. وألواح الجل فى طبقات أرفع منفصلة على ألواح أثخن أو جل الأنابيب لأنها تعطى فصلا أسرع ونطاقات أحد وتبريد أسرع وأكفأ وصيغ بالتالى أسرع. وفى ع.كر PAG الإستشراد الكهربى هناك أفضلية واضحة للنظام الأفقى الذى يستخدم طبقات جل فائق الرفع مبلمرة على رقائق foils خاملة. وميزات النظام الأفقى على النظام الرأسى هى مناولة أسهل وإستخدام جلات سابقة الأعداد وتبريد أكفاء ورخص تكاليف المواد وإتاحة نظم كاملة الآلية والمرونة تجاه أشكال أخرى من الإستشراد الكهربى مثل التأبير عند تساوى الجهد isoelectric focusing.

ع.كر الإستشراد الكهربى
PAG electrophoresis

ع.كر الإستشراد الكهربى (ع.كر.ش PAGE) هى أكثر الطرق إستخداماً فى تحليل المخاليط المعقدة من البروتينات. وهو يمكن أن يقسم إلى:

١- أنظمة متجانسة مع جل فصل وحيد بإستخدام وسط تنظيمى مستمر.

٢- أنظمة عديدة الأطوار (غير مستمرة) حيث الجل الركام/الترصيص stacking gel وهو جل ذو ثغور كبيرة غير مقيد non-restrictive يوضع فى طبقات على جل الفصل وهو جل ذو ثغور صغيرة. وكل طبقة من الجل تعمل بمنظمات مختلفة والتى قد تختلف فى جهد و/أو حركة الأيونات و/أو القوة الأيونية (التوصيل conductivity).

وفى جل الركام فى نظام أطوار عديدة فإن مكونات العينة تفصل فى صيغة أيونات تتحرك بسرعة متساوية فى وجود حقل كهربى وتفصل بحركتها النسبية isothachophoresis مع عدم وجود تأثير نخل جزيئى. وبعد أن يتركوا الحد مابين جل الركام والجل الفاصل فإن مكونات العينة تفصل بالحجم والشحنة بالطريقة العادية. والقوة الفصلية العالية جداً لهذه الطريقة والتى يشار إليها بأنها قرص ع.كر.ش PAGE ترجع إلى تكوين نطاقات حادة جداً بواسطة الجل وعدم إستمرارية المنظم. وإنتاج نطاقات بادئة تجعل قرص ع.كر.ش PAGE مناسباً جداً للإستخدام مع محاليل العينات المخففة. ومنحدر ع.كر.ش يوفر فصلاً resolution يفوق ذلك الذى يتم بواسطة جل وحيد التركيز. وعديد الأكريلامايد يمكن أن يصب فى ألواح أو أنابيب بها تركيز الأكريلامايد يزيد بدرجة مستمرة (مستقيمة أو مقعرة) على طول الجل وبذا ينتج تأثير نخلى متزايد نظراً لحجم الثغور المتناقص.

ع.كر.ش PAGE لبروتينات الأغذية يكون كفئاً جداً فى وجود المنظف غير الأيونى ك.ص.د SDS. و ك.ص.د SDS تلتف حول العمود العصبى لعديد الببتيد وتكسر أى تجمعات بروتين غير تساهمية (ثنائية الوحدة أو رباعيتها...الخ) وتلغى الفرق فى الشحنة الداخلية الحقيقية للبروتينات وبهذه الطريقة ك.ص.د SDS يحول البروتينات إلى قضبان من شحنات سالبة لها كثافة شحنة متساوية أى أنها تعطى شحنة سالبة إلى سلسلة عديد الببتيد بنسبة طولها وكذلك تعطى

نفس حركة المحلول الحر إلى كل البروتينات بغض النظر عن تماثلها identity. وفصل البروتينات الممسوحة بـ ك.ص.د SDS يحدث أساساً بالتأثير الناخل، مع البروتينات ذات الوزن الجزيئي المنخفض التي تهاجر أسرع خلال الجل. ومعدل هجرة البروتين يمكن أن يقارن بمعدل هجرة بروتينات قياسية لها وزن جزيئي معروف وبذا يحصل على تقديرات للوزن الجزيئي للبروتين. وبالإتحاد مع منحدر حجم الثغور والأنظمة المنظمة غير المستمرة فإن وجود ع.كر.ش SDS-PAGE يمكن أن يكون طريقة أكثر قوة وكفاءة في فصل البروتينات.

ولأن ك.ص.د-ع.كر.ش SDS-PAGE يفصل الجزيئات تبعاً للحجم فهو طريقة مفضلة في تحضير خرائط بروتين ذات بعدين خاصة إذا إزدوجت مع طريقة تفصل أساساً تبعاً لإختلافات الشحنة في البعد الثاني.

التأبير عند تساوي الجهد الكهربي
isoelectric focusing

في التأبير عند تساوي الجهد الكهربي (أ.س.ج IEF) فإن المُحَلَّلات الحمقلية مثل البروتينات والببتيدات الكبيرة تفصل تبعاً لنقطة تساوي الجهد الكهربي (جس pI) في منحدر جيد مستقيم وثابت. والمنحدر يزيد من عند القطب الموجب anode المنخفض إلى القطب السالب cathode المرتفع. والعينات يمكن وضعها في أي موضع قبل أو بعد عمل منحدر جيد. وعندما يتم إيصال الحقل الكهربي فإن مكونات العينة المشحونة تتحرك ناحية القطب الذي له الشحنة العكسية. وعندما يهاجر كل مكون خلال منحدر جيد ويقابل إختلافات في جيد بالتدريج فإنه يصبح أقل شحنة. وعندما يقابل جيد مساو (جس pI) الخاص به حيث خالص الشحنة صفر فإن هجرته تقف. وبذا فإن كل مكون يتركز أو يتأبر focused بحدة في نطاق ضيق عند مركز ه من جس pI حيث يبقى ثابتا مادام الحقل الكهربي يحافظ عليه. ولمعادلة إنخفاض الذوبان في البروتينات التي تقترب من جيد قريبة من جس الخاصة بهذه البروتينات فإن عوامل إذابة مثل اليوريا قد تستخدم.

ومنحدر جيد يتكون بإستخدام خليط من جزيئات حمقلية مصنعة (أحماض عديد أمينو عديد الكربوكسيل الأليفاتية aliphatic polyamino-polycarboxylic acids) والمعروفة بإسم اليكتروليتات حمقلية (مثل أمفولينات). وعندما يطبق الحقل الكهربي على هذه الاليكتروليتات الحمقلية فإنها تهاجر إلى جس الخاص بكل منها. ومن الممكن عمل منحدر جيد ثابت نسبيا على مدى جيد ٢ - ١١ وأي جزء منه. والوصول إلى منحدر جلات جيد ثابتة immobilized (المعروفة بإسم المثبتينات immobilines) قد اعتبر تطورا هاما ففي هذه الجلات المجموعات الأمينية والكربوكسيلية (مشتقات الأكريلامايد) مربوطة تساهميا إلى عمود فقري من عديد الأكريلامايد المكون للجل.

و أ.س.ج IEF يستخدم في وسط غير ناخل أساسا، مثل محلول حر ذو منحدر كثافة ع.كر PAG ذي ثغور كبيرة أو في أجاروز ذي إنتضاح كهربي electroendosmosis منخفض جدا. والأنظمة

المسطحة الأفقية مع طبقات رفيعة أو فائقة الرفع من ع.كر PAG مناسبة جداً. وقد جعلت ألواح الجل slabs gel السابقة التصنيع أو ع.كـر.أ.س.ج PAGIEF التحليلية في كل من أمثلة الأمفولين ampholine والمثبتينات immobiline جعلتها أكثر كفاءة ودقة. كما أنه جعل مشاكل السمية في مناولة وحدات الأكريلامايد السمية العصبية بحيث يمكن تجنبها. أ.س.ج IEF في جلات الأجاروز مناسبة جداً للجزيئات الكبيرة أو في إستخدام البعد الثاني في الإنتشار المناعي أو الإستشرد الكهربي المناعي.

أ.س.ج IEF هو تقنية قوية يمكنها فصل بروتينات تختلف في جس pI بمقدار قليل مثل ٠,٠٠١ . أ.س.ج IEF هو طريقة أيضا بسيطة جداً ودقيقة لتحديد جس pI للبروتين.

أيونات تتحرك بسرعة متساوية في حقل كهربي وتفصل بحركتها النسبية Isotachophoresis

في (أ.ح.س.ن ITP) Isotachophoresis ويشار إليه أحيانـــــاً برص الحالة الثابتة steady state stacking أو إستشــــراد كـــــهربي إزاحـــــة displacement electrophoresis فإن الفصل ينتج من حركات مختلفة لأيونات مشحونة متماثلة في نظام اليكتروليت غير مستمر على محلولين مختلفين واليكتروليت قيادي leading وآخر إنهائي terminating. والعينة تولج بين هذين المحلولين الاليكتروليتين. وفي فصل معين يمكن تحديد أيون موجب أو أيون سالب ولكن ليس الإثنين معاً. فإذا كانت عينة من الأيونات السالبة هي التي تحدد فإن الاليكتروليت القيادي/القائد leading يجب أن يحتوي قطباً سالباً له حركة أعلا (مثل الكلوريد) من أي أيونات سالبة في العينة بينما الاليكروليت النهائي terminating يجب أن يحتوي على أيون سالب ذي حركة أقل (مثل الجليسين) عن أي من الأيونات السالبة للعينة. وعندما يطبق الحقل الكهربي فإن كل الأيونات السالبة تبتدىء في التحرك إلى القطب الموجب anode مرتبة نفسها تبعاً لحركتها. وفصل أيونات العينة يأخذ مكانه بين الاليكتروليتات القيادية والنهائية أثناء الهجرة. وعندما يصل النظام إلى التوازن فإن كل مكون عينة أيونية يتحرك منفرداً كحزمة "نقية" وكل حزمة نقية ترص بين مكونات العينة ذات الحركة الأعلا والأخفض. وعلى ذلك ففي قطار الأيونات السالبة train anion نطاق المُحَلَّلات المتعاقب للعينة يتكون خلف نطاق الأيون القائد (الكلوريد) والذي يعمل كقاطره أمام نطاق الأيون النهائي (جليسين). ونطاقات العينة تتحرك بدرجة نقصان الحركة بنفس السرعة كنطاق الاليكتروليت القائد. وهذه الإختلافات في الحركة تسبب تغيراً تدريجياً في قوة الحقل الكهربي من نطاق محلل إلى الآخر وينتج عن ذلك تأثير تركيزي هام. والإنتشار الأمامي والخلفي إلى حزمة خلفية أو أمامية غير ممكن. وبالتالي فإن تأثير التركيز أو الرص في الحدود بين الحرم ينتج نطاقات حادة ويمنع التعريض المنتشر diffusional broadening.

و أ.ح.س.ن ITP على المستوى التحليلي يعمل روتينياً في محلول حر في أنابيب شعرية صغيرة مع

إستخدام تيار عند جهد محدد ومع استبيان على الخط. والحزم المفصولة resolved تبشق كقمم مستطيلة وليست كجسو منحنيات جوسية Gaussian-shaped فى الفصل الكروماتوجرافى. والحزم يمكن التعرف عليها بقياس قوة الحقل الكهربى داخل الحزمة، وبوضع قطبين صغيرين متجاورين فى القناة الشعرية والمعلومات الكمية توجد فى طول الحزمة.

وفى أ.ج.س.ن ITP الاستبيان الكهربى يستعمل عادة ولو أن الاستبيان الحرارى وإمتصاص الأشعة فوق البنفسجية تستخدم أيضاً.

• تحليل النطاقات المفصولة

analysis of separated zones

معظم التقنيات الهامة لتحليل البروتينات المفصولة بالإستشراد الكهربى موجودة فى الجدول (٣). والتقنيات الأخرى مثل التصوير الإشعاعى autoradiography والفلوروجرافى fluorography للمحللات المشعة لم تلعب دوراً هاماً فى تحليل الأغذية.

الصبغ staining

إن أهم طريقة لتحليل البروتينات المفصولة فى جلات هو الصبغ بمختلف الصبغات التى تتحد بالبروتينات. وعادة فإن طريقة الصبغ تشمل إستخدام مثبت مثل حمض ثالث كلوريد الخليك trichloroacetic acid لترسيب البروتينات ولمنع إنتشارها فى الجل. ثم تنقع الجلات فى محلول الصبغ بحيث أن كل الجل يصبغ بإنتظام. والصبغة المرتبطة بغير البروتين يجب إزالتها بالغسيل.

والوقت اللازم لخطوات الصبغ وإزالة الصبغ يعتمد أساساً على سماكة الجل ومع إستخدام ألواح جل فائقة الرفع يوفر وقتاً كبيراً.

والبروتينات فى الجل تصبغ كثيراً بكوماسى أزرق Coomassie blue أو صبغة أميدو أسود Amido black أو أنظمة ضوئية مكبرة photographic amplification systems مستخدمة الفضة. وحدود استبيان صبغة الكوماسى الأزرق هى حوالى ١٠٠ نانوجرام من البروتين فى الحزمة فى حين أن الصبغ بالفضة ١٠٠ مرة أكثر حساسية. وبعد مايصبغ الجل فإنه يمكن تصويره أو يفحص بدقة scanned بواسطة مقياس كثافة لعمل سجل لوضع وشدة كل حزمة. وعموماً فإن الدقة والإحكام فى هذه الطريقة أقل من كروماتوجرافيا السائل عالية الأداء.

ويوجد تقنيات متخصصة للفوسفوبروتينات والبروتينات الدهنية والبروتينات الكربوايدراتية والأحماض النووية والإنزيمات يمكن تحديد مكانها localized بتقدير نشاطها الإنزيمى مثل تحويل مواد التفاعل إلى مواد ذائبة والتى يمكن تزاوجها كيماوياً مع صبغات أزو Azo وجلات الأجاروز. وشرائط خلات السيليولوز تصلح جداً لتحديد مكان مفاعلات المناعة direct localization نظراً لحجم ثغورها. والتثبيت المناعى والطباعة المناعية immunoprinting تقنيات منتشرة حيث مضادات الأجسام والمستضادات/مولدات الضد antigens، بالتتابع، تهاجر نحو بعضها بالإنتشار (إنتشار مناعى). والصبغ التالى بعد إزالة المستضادات/مولدات

الضـد antigens والأجسـام المضــادة يســمح باستبيان أجزاء بروتين متخصصة.

التبقيع blotting

التبقيع blotting يشير إلى نقل النطاقات المفصولة من الجزيئات الكبيرة مثل البروتينات أو الأحماض النووية إلى صفائح رفيعة من ورق مشتق أو شبكة غشاء تمتز مثـــل النتروسيليولوز أو عديـــد فينيـــل ثنـــائى الفلوريـــد (ع.ف.ثنـــا.ف) (PVDF) polyvinyldifluoride والـذى ترتبـط به. وهى عندما تصبح مثبتة على سطح الشبكة الرفيعة فإن الجزيئات الكبيرة تكون أسهل ومعرضة بتماثل أكثر لمفاعلات الاستبيان وتتفاعل بحساسية أكثر وأسرع. وطرق النقل العامة مبنية على الإنتشار البسيط (التبقيع الإنتشارى diffusion blotting) وإنسياب المذيب مع/بدون الفراغ (تبقيـــع شعيـرى capillary or Southern blotting) أو تمليز إستشراد كهربى electrophoretic elution (تبقيـع كـهربى electroblotting). واستبيـــان مكونات البروتين المنقولة على بقع blots يجرى مع كل الطرق الموصوفة أعلاه بما فيها طرق خاصة بالإنزيمات.

تبقيع مناعى وروشمة الإنزيمات
immunoblotting/enzyme labelling

الاستبيان المنـاعى للبروتينـات immunological يصلـح لكـل أنــواع شـبكات النقـل المثبتـة immobilizing transfer matrix. فبعد نقـــل البروتينات أو الأحماض النووية فإن كل موانع ربط الشبكات الإضافية يجب أن تسد بزيـادة من بروتين غير متخصص. ثم يربط جسم مضاد متخصص لقسم أو نوع معين من البروتين وأخيراً جسم مضاد ثان يوجه ضد الجسم المضاد الأول. وهـذا الجسـم المضـاد الثـانى يمكــن أن يروشـم بالإستشـعاع fluoroscence أو بالمواد المشعة أو يرتبط بإنزيم لتحديد مكانه بواسطة الضوء فـوق البنفسجى أو بالتصوير الإشعاعى الذاتى autoradiography أو بالنشاط الإنزيمى علـى التتـابع. ويكـاد أى إنزيـم يوجد له طريقة تقدير يمكن أن يزاوج نظرياً إلى جسم مضاد بمفـاعلات التشـابك (مثـل كربوثنـائى الأميـــد carbodiamide، جلوتـــارالدهايد glutaraldehyde .... الخ). ولكـــن الفوســـفاتاز القلوى وبيروكسيداز فجل الخيل والتى لهـا عـدة طرق استبيان بسيطة وحساسة هـى مفضلـة كثيراً. وإستخدام هـذه الأجسـام المضـادة للإنزيمـات المروشمة فى إرتباط مع نتائج التبقيـع blotting فى طرق حساسة جداً والتى يمكن أن تستبين ماهو قليل من البروتين مثل ١٠٠ بيكوجـرام pg علـى الغشاء.

تقنيات الإستشراد الكهربى المناعية
immunoelectrophoretic techniques

الإستشراد الكهربى المناعى يتكون من إرتباط من خطوة إستشراد كهربى مع ترسيب لاحق لمعقدات مســتضاد-جســم مضـــاد antigen-antibody (مرسبات مناعية immunoprecipitates). ومعظم الطـرق فـى تحليـل الأغذيـة تعتمـد علـى هجـرة بروتينـات المسـتضادات antigens خـلال أو إلى جل يحتوى الجسم المضاد. والمنظمات وقيم جهد تختار عادة بحيث أن المستضــــادات antigens

تهاجر والأجسام المضادة لاتتحرك على الإطلاق أو تهاجر ببطء جداً وبالتالى تبقى موزعة بإنتظام خلال الجل أثناء الإستشراد الكهربى كله. والتقنيات المستخدمة هي:

١- إستشراد كهربى مناعى معاكس counter immunoelectrophoresis أو أحياناً يشار إليه بإستشراد كهربى مناعى معاكس للتيار countercurrent immunoelectrophoresis أو إستشراد كهربى مناعى معبور crossed-over immunoelectrophoresis. ففى جل الأجاروز ذى الإنتضاح الكهربى electroendosmotic العالى تتحرك المستضادات antigens بالإستشراد الكهربى نحو الأجسام المضادة غير المشحونة والتى يحملها تيار الإنتضاح الكهربى electroendosmotic فى إتجاه معاكس وتتكون أقواس راسبة precipitin arcs*.

٢- طريقة جرابار/ ويليامز Grabar/Williams: نطاق الإستشراد الكهربى العادى فى جل الأجاروز يتبعه حالة إنتشار مناعى. وإنتشار الجسم المضاد من أحواض فى الجل المقطوع موازياً لخط مكونات مفصولة بالإستشراد الكهربى وتتكون أقواس راسبة.

٣- تقنيات قذائف لوريل Laurell rocket techniques: بروتينات المستضاد antigen تنقل بالإستشراد الكهربى خلال لوح جل يحتوى أجسام مضادة على جيد والتى عندها تبقى الأجسام المضادة أساساً غير متحركة وينتج من ذلك تكون قمم مرسبات على شكل صاروخ rocket وعلوها والمساحة ترتبط خطياً بتركيز المستضاد antigen.

* مادة تتكون فى سيرم دم معين تستطيع ترسيب مواد بروتينية.

وهذه التقنيات تسمح بالتحليل الكمى للمستضادات antigens ولكنها لاتصلح للمخاليط المعقدة.

٤- الإستشراد الكهربى المناعى المعبور crossed immunoelectrophoresis: نطاق الإستشراد الكهربى بالأجاروز أو التأبير عند تساوى الجهد فى إتجاه واحد يُتْبَع بالإستشراد الكهربى فى لوح جل يحتوى الجسم المضاد فى الإتجاه الثانى مع تكوين قمم ترسيبات تشبه الجبل. والتحليل الكمى و/أو الوصفى لمساحة القمة ممكن.

ولكثير من الأغراض فإن تكوين قوس ترسيب معتم فى جل شفاف يكون واضحاً نسبياً وملائم جداً. وإذا أريد فإن حساسية الاستبيان يمكن أن تعزز كثيراً بإستخدام تقنيات صبغ البروتين (أنظر أعلاه) بعد إزالة البروتين غير المترسب (المستضاد antigens والأجسام المضادة غير المرتبطة). وكبديل للصبغ يمكن إستخدام مفاعلات معلمة بالإشعاع أو الإستشعاع أو مرتبطة بإنزيمات.

وإستخدام الإستشراد الكهربى المناعى فى تحليل الأغذية محدد بإتاحة الأجسام المضادة المتخصصة بحيث أن تفاعلات العبر مع البروتينات غير المستهدفة/المقصودة يمكن تجنبها.

الإستشراد الكهربى ذو النطاق الشعيرى
capillary zone electrophoresis

بالرغم من أن جل الإستشراد الكهربى قوى (متعدد الإستعمال) فهو كثيراً مايكون بطيئاً ويحتاج إلى أيادٍ كثيرة. والتحليل يحتاج إلى عدة ساعات أو أيام لينتهى . وفى السنوات العشر الأخيرة طورت

طرق آلية instrumental سريعة للإستشراد الكهربى فى محاليل حرة فى أنابيب شعرية مع الاستبيان على الخط. ويوجد الآن تقنيات متاحة للكيماوى المحلل هى الإستشراد الكهربى الشعيرى (ش.ش CE capillary electrophoresis) عموماً وإستشراد كهربى شعيرى نطاقى (ش.ش.ن CZE capillary zone electrophoresis).

و ش.ش.ن CZE يعمل كإستشراد كهربى لمحلول حر فى شعيرات مع قطر داخلى يبلغ ٢٠ – ٢٠٠ ميكرومتر. وهذه الأبعاد الصغيرة تساعد على تسرب الحرارة وتقلل إلى أقل حد تعريض النطاق zone broadening الذى يتسبب عن الإنتشار الجزيئى وتيارات الحمل فى وسط الإستشراد الكهربى. وبالتالى فإن فولتات عالية نسبياً يمكن إستخدامها والتى تسمح بفصل ذى كفاءة عالية فى خلال ٢٠ق. وكل نهاية من الأنبوبة الشعرية والمملوءة بالاليكتروليت تغمس فى خزان منفصل يحتوى على نفس الاليكتروليت وقطب ذى فولت عال.

و ش.ش.ن CZE يتأثر كثيراً بدرجة خمول الأنبوبة الشعرية خاصة نحو التفاعلات القطبية مع أيونات المنظم و/أو المُحَلّلات. والفصل بـ ش.ش.ن CZE فى شعيرات خاملة (مثل التفلون) ينبنى أساساً على تحركات مختلفة للجزيئات المشحونة فقط فى الحقل الكهربى كما فى الإستشراد الكهربى النطاقى التقليدى. وبالعكس فإن ش.ش.ن CZE فى الشعيرات غير الخاملة (مثل السليكا المصهورة بدون تغطية حامية) تستخدم قوى الفصل فى كل من هجرة الإستشراد الكهربى وإنسياب هجرة محلول فى إنتضاح كهربى electroendosmotic.

وفى هذه الحالات فإن الأيونات الموجبة فى الاليكتروليتات (غالباً بروتونات) ترتبط مفككاً مع جدار الشعيرات وتسد الشحنات السالبة لمجموعات السيلانول silanol من السيليكا المصهورة غير المغطاة. والأيونات الموجبة تُشَد نحو القطب السالب شاملة إنسياب سائل "بالحجم" لـ إنسياب إنتضاح كهربى electroendosmotic flow (EEF) فى نفس الإتجاه. وإنسياب الإنتضاح الكهربى يمكن أن يكون قوياً بدرجة تحرك كل الأنواع (موجب وسالب ومتعادل) فى نفس الإتجاه ولكن بسرعات مختلفة. وإنسياب الإنتضاح الكهربى EEF يمكن أن يفسد فصلاً (مثل إمتزاز محلّل على الحائط) ولكنه يمكن أن يكون ميزة حرجة فى الطريقة.

وفى ش.ش.ن CZE تقدم العينات آلياً فى الشعيرات إما بالهجرة الكهربية أو بطرق أيدروستاتية hydrostatic أو هوائية pneumatic. وبعد الإستشراد الكهربى النطاقى فى الشعيرات فإن مكونات العينة المفصولة تستبان عندما تمر على مُحَدِد على الخط. وقد أثبت كل من استبيان إمتصاص الأشعة فوق البنفسجية والإستشعاع أنه طريقة مفيدة حتى الآن لـ ش.ش.ن CZE.

و ش.ش.ن أسرع وأسهل عن ألواح جل الإستشراد الكهربى. وبالرغم من أن ش.ش.ن CZE لازالت فى طفولتها فإن طرق قوية لفصل الأحماض الأمينية والببتيدات والأحماض النووية وأجزاؤها قد تم تطويرها.

التطبيقات فى تحليل الأغذية/التوثيق
application to food analysis/ authentication

البروتينات والببتيدات من أهم أهداف الإستشراد الكهربى فى تحليل الأغذية وتقنيات الإستشراد الكهربى تخدم فى البنية الجزيئية molecular architecture وتقدير التجانس وتحديد وتقدير كمية البروتينات. والإستشراد الكهربى سمح لكيماويى الأغذية بتحديد الزيادة فى إتاء البروتين وتفاعلات بروتين-بروتين وتكسرات البروتين الإنزيمية. والدراسات على معالم تكوين ومعاملات المعاملة نوهت بأهمية هذه الميزات على النكهة والقوام فى الأغذية البروتينية. بحيث يمكن إستخدامها فى تتبع تغيرات توزيع البروتين فى الجبن مثلاً والذى يتم بالإنضاج السريع و/أو طرق الترشيح الفائق. ولدراسة البروتين فى الببتيدات الكبيرة فإنه يمكن إستخدام إستشراد كهربى مثل أ.س.ح IEF، ك.ص.د SDS (طبق disc) فى ألواح ع.كر PAG أفقية زائدة الرفع. والإختلافات فى الخواص الجزيئية مثل تلك التى ترجع إلى تحويرات مابعد post-translational روابط ببتيدية تكونت فى البروتينات أو إختلافات ووراثية داخل أقسام البروتينات يمكن تحديدها بهذه الطرق. وأحسن فصل يحدث عندما يزاوج مابين التأبير فى إتجاه واحد مع منحدر ك.ص.د SDS ع.كر.ش PAGE فى إتجاهين. الإنتشار المناعى أو الإستشراد الكهربى المناعى. وهذه التقنيات للفصل العالى high resolution تستخدم لتتبع التكسر البروتيوليتى وتحقيق التركيب الأولى لبروتينات الأغذية بعد معاملات معينة. (Macrae)

شرش — whey

أنظر: لبن

شرط

شرائطيات — noodles

أنظر: عجائن

الإصابة بالدودة الشريطية — trichonosis

أنظر: طفيليات

الشعير — barley

الإسم العلمى: *Hordeum vulgare*

الفصيلة/العائلة: Gramineae النجيلية (Hockett)

الشعير عرف منذ آلاف السنين فى إنتاج البيرة وكغذاء وعلف. وهو إما فى صفين أو فى ستة صفوف two or six rowed types. وفى الولايات المتحدة يزرع شعير الشتاء فى الجنوب وشعير الربيع – وهو الأكثر – فى الولايات الشمالية وكندا. والشعير يلى القمح والذرة والأرز.

وتُجرى كثير من تجارب التقنية الحيوية biotechnology لتحوير خواصه كمقاومة الأمراض والمحتوى البروتينى وخواص الإنزيمات والإستخلاص والقيمة الغذائية.

وتهدف تجارب التربية إلى تحسين المحصول والجودة فى نتش الشعير malting وكعلف ومقاومة الأمراض والجفاف وتحمل الشتاء وقوة الساق straw والنضج ومقاومة الحشرات وإرتفاع النبات

وحجم البذرة وتحمل الملوحة ومقاومة التناثر shattering resistance.

السنبلة spike

تتكون السنبلة من سنيبلات spikelets بها ثلاث زهيرات ترتبط بعقد محور النورة rachis. والشعير ذو الصفين به زهيرة واحدة خصبة فى حين أن الشعير ذو ستة صفوف به ثلاث زهيرات خصبة ويمكن التفرقة بين الشعير ذى الصفين وذى الستة صفوف بأن ثلثى الحبوب فى الشعيرات ذى الستة صفوف ملتوية twisted.

الحبة kernel

الحبة بها الأجزاء الآتية (وزن جاف): القشرة والغلاف الخارجى ١٠٪ وطبقة البروتين aleurone ومايرتبط بها من القصرة testa والصبغات والنسيج النووى ١٤٪ والسويداء النشوى وبقية النواه ٧٣٪ والجنين ٣٪.

تأثير التسميد والرى

توازن النتروجين عامل حرج فى مقدار المحصول وجودته ويتأثر إنتاج الشعير بمصدر النتروجين وفصل النمو والمتبقى فى التربة ووقت وطريقة التسميد والصنف. فبالنسبة لشعير الشتاء فإن التسميد بالنتروجين مرتين فى الخريف والربيع يعطى أحسن النتائج. والتفاعل مابين المياه والنتروجين عامل يؤثر على المحصول فيمكن تسميد أكثر بالنتروجين إذا توفرت مياه الرى فبالرى يزيد المحصول الذى يثبت فى الزراعة الجافة على ١١٢ كجم/هكتار للنتروجين. وكذلك يؤثر التسميد النتروجينى على المحتوى البروتينى. ولكن النتروجين الزائد يؤدى إلى عدم صلاحية الشعير الناتج لنتش الشعير نظراً لزيادة البروتين.

أما التسميد بالفوسفور فيزيد من فرصة بقاء شعير الشتاء ويزيد كذلك من نسبة الحبوب الممتلئة plumb ومن مستخلص النتيشة. وكذلك وقت الرى ودرجة الحرارة مهمان فى إعطاء محصول كبير وجودة النتش.

الحصاد harvesting

للحصول على حبوب الشعير يمكن إستخدام المكن عند نسبة رطوبة أقل من ١٤٪. ولكن يجب الدقة فى العملية حتى لاتزال القشرة skinning وتكسر البذرة فترفض فى المنتشة malster. وبصل الشعير إلى النضج الفسيولوجى عند ٤٠٪ رطوبة وعلى ذلك يمكن عصب swathe الشعير عند هذه المرحلة بدون فقد فى المحصول بل إن تتأثر الحبوب يقل ويقل الفقد من البَرَدْ hail والحشرات والصقيع frost ويسهل حصد حقول متساوية النضج.

التكوين الكيماوى chemical composition

حبة الشعير غنية فى النشا والسكريات العديدة وفقيرة نسبياً فى البروتين. وتتكون القشور husk (القنابة والحرشف lemma & palea) من اللجنين والبنتوزانات والمانان وأحماض اليورونيك والهيميسليولوز والسليولوز. وتوجد السليكا فى الجدران الخارجية للقشور. والغلاف الخارجى

للثمرة pericarp خال من اللجنين وفيما عدا ذلك فهو يشبه القشرة في التكوين الكيماوي. وتحتوي القصرة على سليولوز خام وصبغات من شموع الكان alkane waxes حيث تكون مانعاً للمواد الكيماوية والكائنات الدقيقة. وتوجد الفينولات العديدة في الغلاف الخارجي للثمرة وفي القصره وفي الطبقة البروتينية aleurone layer وهي قد تتحد بالبروتينات. والطبقة البروتينية خلايا ذات جدر سميكة تتكون من أرابينوزيلان وحبيبات من البروتين وحمض الفيتيك و spherosomes غنية في الدهن وكثير من المعادن. أما السويداء ففيها ٨٥ – ٨٩٪ نشا داخل جدر الخلايا. والبيتاجلوكان يكون ٧٥٪ من جدر الخلايا والباقي أرابينوزيلان. ويتكون الجنين embryo من حوالي ٧٪ سليولوز، ١٤ – ١٧٪ دهن، ١٤ – ١٥٪ سكروز، ٥ – ١٠٪ رافينوز، ٥ – ١٠٪ رماد، ٣٤٪ بروتين وخلايا بها أحماض يورونيك وبكتين وهيميسليولوز.

أ- الكربوايدرات carbohydrates

النشا starch: تقع حبيبات النشا في مجموعتين مجموعة لها الحجم ١,٧ – ٢,٥ مكرومتر µm ومجموعة لها الحجم ٢٢,٥ – ٤٧,٥ مكرومتر µm وبها آثار من الدهن والمعادن والبروتينات والنيوكليوتيدات. وأثناء الإنبات تعمل إنزيمات الفوسفوريلاز والألفاجلوكوسيداز والألفا أميلاز والبيتاأميلاز وإنزيمات كسر التفرع والترانسجلوكوسيلاز. وتبلغ نسبة النشا في السويداء ٩٥٪ ويتكون خلال ١١ – ٢٨ يوم بعد ظهور الكوز ear وتزيد نسبة الأميلوز إلى الأميلوبكتين حتى تبلغ نهايتها وهي ١:٣ في الشعير العادي وتبلغ ١:١ في شعير جلاسير glacier عالي الأميلوز أما الشعير الشمعي waxy فهو ٩٧٪ – ١٠٠٪ أميلوبكتين.

السكريات الذائبة soluble sugars: يوجد في الشعير على الأقل تسعة سكريات أحادية وسبعة مركبات أخرى قريبة منها فالجلوكوز والفركتوز توجد حرة أو متحدة في حين أن السكريات الأخرى توجد متبلمرة كبضع سكريات أو سكريات عديدة أو جليكوسيدات أو جليكوليبيدات أو جليكوبروتينات. وتبلغ نسبة السكر في الشعير العادي ٢-٣٪ والشعير بدون قشرة hulless barley ٢- ٤٪ وفي الشعير عالي الليسين ٢ – ٦٪ وفي الشعير عالي السكر ٧ – ١٣٪. وتتناقص الكمية الكلية للسكر والسكريات المختزلة من تفتح الزهرة anthesis إلى النضج فتبقى كمية السكريات غير المختزلة ثابتة. والسكروز هو السكر الرئيسي في الخلايا الحية.

السكريات العديدة غير النشا non-starch polysaccharides: تعرف هذه السكريات العديدة بأنها أجزاء بكتين أو هيميسليولوز وتقسم إلى صموغ إن ذابت في الماء الساخن وهيميسليولوز لو ذابت في القلوي. وبعد إزالتها وإزالة اللجنين يتبقى الهولوسيليولوز. وصموغ السويداء تتكون من بيتاجلوكان وأرابينوزيلان. وجدر خلايا السويداء في الشعير متميزة عن الحبوب الأخرى حيث تحيط بالخلية وتكون مانعاً barrier للإنزيمات البروتيولوتية

والأميلوليتيــة amylolytic. وبعــض الســكريات العديدة تتصل بحمض الفينوليك وبعضها باللجنين. والألياف الغذائية فى الشعير تتكون مـن اللجنـين والسكريات العديدة غير النشا.

ب- البروتين proteins

يحتوى البروتين الخام (ن×٦,٢٥) على ٨٠٪ بروتين والباقى نتروجين غير بروتينى. وتختلف نسب البروتين بإختلاف الصنف وتتراوح مابين ١٢,١ - ٢١,٠٪ والحمض الأمينى المحدد هو الليسين ويليه الميثيونين والثريونين والتربتوفان. ولاتختلف الأحماض الأمينية فى الشعير ذى الصفين والشعير ذى الستة صفوف كثيراً فيما عدا ربما الأرجنين والبرولين. وبروتينات البرولامين هى بروتينات التخزين ولكن الشعير عالى الليسين له وزن حبة أقل ومحصول أقل أيضاً. وقد وجد أن الشعير البرى *Hordeum spontaneum* (wild barley) ربما إحتوى على ١٥ - ٢٨٪ بروتين وعلى ليسين من ٢,٢ - ٣,٦٪.

ج- الدهون fats

يحتوى الشعير على نسبة منخفضة من الدهن ٢ - ٣٪. وتكون الجليسريدات الثلاثية ٧٧,٩٪ من دهن الشعير وتحتوى على حمض البالمتيك والأحماض الدهنية غير المشبعة أولييك ولينولييك ولينولينيك. وتوجد أيضاً جليسريدات ثنائية واستيرولات حرة وأحماض دهنية حرة وأسترات الستيرولات وايدروكربونات. ومعظم الدهن فى السويداء ٧٧٪ وفى الجنين ١٨٪ وفى القشر ٥٪.

د- المعادن minerals

نسبة الرماد فى الشعير ٢ - ٣٪ وتتأثر بفصل النمو والتربة وخصوبتها وهى موزعة بطريقة غير متساوية بين السويداء والجنين ومحور النورة rachis والسفا awns.

و- الفيتامينات vitamins

الشعير مصدر جيد للثيامين والبيرودوكسين والريبوفلافين وحمض البانتوثينيك وعالى فى النياسين ولكن ١٠٪ من النياسين متاح للحيوانات ذات المعدة الواحدة monogastric. ويوجد فى الجنين germ كمية صغيرة من فيتامين هـ وبعض البيوتين والفولاسين ولكن لاكاروتين أو فيتامين أ أو د.

د- المركبات الفينولية
phenolic compounds

فى النباتات يمكن تقسيم المركبات الفينولية إلى أحماض البنزويك والسيناميك والتربينويدات والفلافونويدات. ويوجد العديد من المركبات الفينولية فى الشعير وبعضها فى اللجنانات ومشتقات التيروسين والتيرامين. وقد اهتم حديثاً بالشعير الخالى من مولدات الأنثوسيانيدين proanthocyanidin حيث فى تصنيع البيرة يمنع هذا تكون سديم التبريد chill haze فى البيرة.

التصنيع والاستخدام
processing and utilization

يستخدم الشعير كعلف حيوانات وفى صناعة البيرة وكغذاء للإنسان.

الشعير كعلف feed barley

يُذكر أن الأصناف التى تصلح لتصنيع البيرة لها أعلا قيمة كعلف. ويعطى الشعير عالى الليسين نتائج نمو حسنة مع الخنازير. وقد وجد أن إزالة القشرة بالطرق الوراثية حَسَّن نتائج تغذية الخنازير ومع الدواجن هو والذرة معاً حَسَّن إنتاج البيض وزاد كفاءة العلف. وإذا أضيف إنزيم البيتاجلوكاناز β-glucanase إلى العلف المحتوى على الشعير فإن إستهلاك العلف يتحسن ويزيد الوزن وتزداد كفاءة العلف وتزداد نظافة عش الفراخ. والماشية لاترتاح كثيراً مع الشعير.

الشعير كغذاء للإنسان food

يقل إستخدام الشعير عن القمح لأن إستساغته أقل وجودة الخبز وخواص الطحن أيضاً أقل وذلك بالرغم من أن الشعير مساو إن لم يفوق القمح من الوجهة الغذائية. وهو يؤكل مفشراً popped أو كرقائق flakes أو منبتاً sprouts وكنشا أو كمحليات وكنتيشة مضافة للدقيق ولبن ومعه نتيشة milk malt وفى شراب الأطفال infant food وكبديل للشاى والقهوة ومع الأرز. وعندما يعامل الشعير ريزو ١٥٠٨ الغنى بالليسين بالبخار ثم يطحن ويضاف إليه فيتامينات ومعادن فإنه يعطى غذاء أطفال كل بروتينه وكربوايدراته أصلها من الشعير ويكون مكافئاً لأغذية الأطفال المسوقة فى البلاد النامية ولكن بسعر أقل. أما البيتاجلوكاناز فإنه يخفض نسب الكوليسترول فى الدواجن والفئران والخنازير والإنسان.

شعير النتيشة malting barley

يفوق الشعير كلاً من القمح والشيلم rye فى تحضير النتيشة. لأن مكونات القشرة تساعد فى الترشيح وتعطى حبة متماسكة أكثر على نسبة الرطوبة المرتفعة المطلوبة فى النقع وتحضير النتيشة (النتش malting). وبجانب صناعة البيرة تستخدم نتيشة الشعير فى الخبز ومستخلصات النتيشة (مسحوق وشراب) وفى الدياستاز (مسحوق غنى فى الطاقة) وفى الويسكى والجن والفودكا والكحول وخل النتيشة. ويحضر شراب الشعير barley syrup ومستخلصات النتيشة malt extracts بتركيز مستخلص النتيشة wort بالتبخير.

وتتطلب الصناعة خواصاً معينة فى الشعير الذى يمكنها أن تستخدمه.

التسويق marketing

يقسم الشعير إلى شعير ذى صفين وشعير ذى ستة صفوف بحيث لايحتوى أى منهما من الآخر إلا أقل من ١٠٪ كما توضع مواصفات معينة للحبة فى كل حالة. (Hockett)

شع

تشعيع الأغذية irradiation of foods

تشعيع الأغذية يجب ألا يخلط مع تلوث الأغذية بالمواد المشعة والتى تشع وقد تضر المستهلك. فتشعيع الأغذية لايستطيع أن يجعل من الأغذية مواداً مشعة لأن الإشعاع المستخدم ولو أنه عالى الطاقة إلا أنه ليس بالقوة التى تحث التغيرات اللازمة فى نواة الذرة.

ولم يوجد مصدر عملي للإشعاع لمعاملة أحجام أغذية جوهرية حتى ١٩٤٠ حين أصبحت مُسَّرِعَات الأليكترونات ذات الطاقة العالية high-energy electron accelerators والمفاعلات النووية التي تستطيع إنتاج كميات كبيرة من النيوكلايدات الصناعية المشعة متاحة nuclides. وفي سنة ١٩٦٦ تمت دراسات على ٢١ غذاءاً مع تعقيم الباكون ولحم الخنزير وتطهير القمح ومنتجاته ومنع إنبات البطاطس أصبحت موافقاً عليها من هيئة الأغذية والأدوية Food & Drug Administration في الولايات المتحدة.

وفي ١٩٨٠ توصل الخبراء إلى أن تشعيع الأغذية حتى إمتصاص ١٠ كيلو جراي kGy لايعرض لأي خطر سمي ولم يعرض لأي مشاكل غذائية أو من ناحية الكائنات الدقيقة. وقد أدى هذا إلى أن لجنة دستور الأغذية Codex Alimentarius Commission تبنت سياسة سنة ١٩٨٣ تؤدي إلى إعتبار أن التشعيع يجب أن يعامل مثله مثل العمليات الفيزيقية الأخرى كالتعليب والتجفيف ....الخ. وحتى منتصف ١٩٩٠ فإن ٣٧ بلداً وافقت على إستخدام التشعيع لواحد أو أكثر من الأغذية. وهناك الآن ٥٠ مصنعاً لتشعيع الأغذية في ٢٤ بلداً. وحجم الأغذية المشعة يبلغ ٥٠٠٠٠٠ طن في العالم.

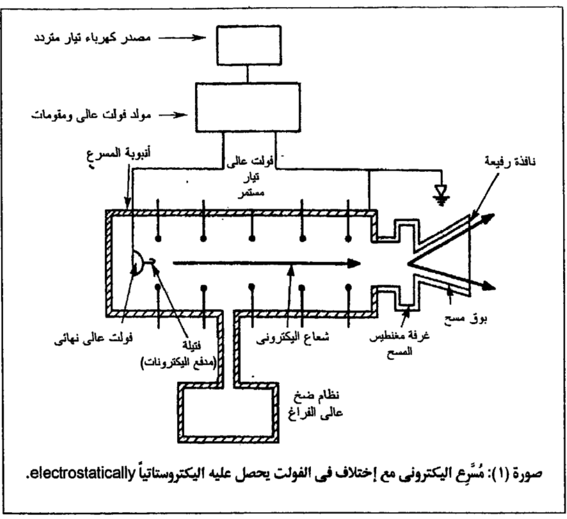
الإشعاعات المستخدمة radiations used

التغيرات في الأغذية أو الكائنات الملوثة بسبب التشعيع تتطلب تفاعلات كيماوية في الذرات والجزيئات فالإشعاع يسلب اليكترونات من الذرات أو الجزيئات ويتركها مشحونة إيجابياً (مؤينة) وهذه تنشق إلى جزيئات تسمى "شقوق حرة free radicals" والتي لها اليكترون حر أو غير مزدوج. والشقوق الحرة تتفاعل بسرعة جداً مع بعضها ومع الجزيئات القريبة حيث تبحث عن الثبات بكسب أو فقد اليكترون. وتفاعلات الشقوق الحرة هذه التي تبتديء التأثيرات الكيماوية المؤدية إلى تغيرات في الأغذية.

وهناك نوعان رئيسيان من الإشعاعات المؤينة: جسيمات تحت ذرية مُسَّرَعَة accelerated subatomic particles والإشعاعات الكهربية المغناطيسية عالية الطاقة high-energy electromagnetic radiation.

الجسيمات المُسَّرَعَة accelerated particles

الجسيمات التي تسافر على سرعات قريبة من سرعة الضوء يمكن أن تسبب التأين والجسيم الوحيد المستخدم في تشعيع الأغذية هو الاليكترون electron. ومُسَّرِعْ الاليكترون يعمل على أسس مماثلة لأنبوبة التليفزيون (الصورة ١) فالاليكترونات المنتجة من خيط filament تحقن في غرفة فراغ وتُجْذَب إلى نهاية موجبة. ويُثَار شعاع اليكتروني ثم يُسَرّع داخل الغرفة بواسطة فرق فولت الاليكترونات عند بداية ونهاية سفرها في الغرفة، وهو فرق يولد كهربياً ساكناً electrostatically أو بواسطة حقل تردد لاسلكي radiofrequency. والشعاع يخرج من نافذة رفيعة بسرعة مقاربة لسرعة الضوء وهو يجرف من جانب لجانب بواسطة حقل مغناطيسي متغير بينما يشع الغذاء



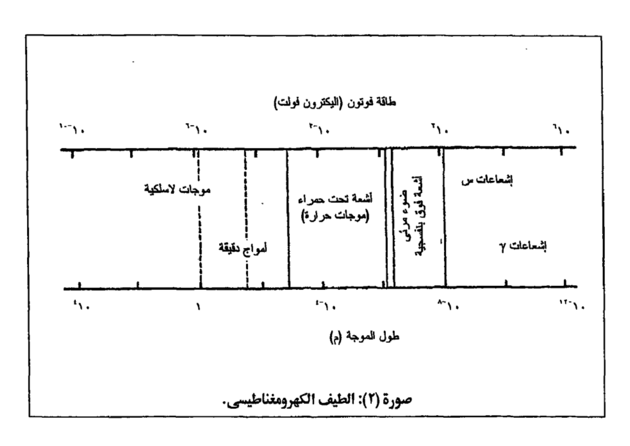
صورة (١): مُسَّرِع اليكترونى مع إختلاف فى الفولت يحصل عليه اليكتروستاتياً electrostatically.

اليكترون مُسَّرَّع بفرق فى الفولت قدره ١ × ١٠^٦ فولت يأخذ طاقة ١ ميجا اليكترون فولت MeV والطاقات فوق ١ ميجا اليكترون فولت كافية للنفاذ فى الأغذية. وهناك حد من ١٠ ميجا اليكترون فولت وضعه دستور الأغذية لتجنب حث الفاعلية الإشعاعية radioactivity فى الأغذية.

الإشعاعات الكهربية المغناطيسية electromagnetic radiation

الصورة (٢) تبين أن هناك مدى من الإشعاعات الكهرومغناطيسية ك.م ER وكل منها يتميز بطول موجات مختلفة أو طاقة وبإستخدامات مختلفة وفقط أشعة س X وإشعاعات γ لها طاقة عالية لتسبب التأين.

وأشعة س X-rays تنتج عندما ترتطم جسيمات سريعة جداً بهدف معدنى وبسرعة تقل سرعتها. ولتجنب إحداث فاعلية إشعاعية فى الأغذية فمصادر إشعاعات س يجب أن تعمل تحت ٥ ميجا اليكترون فولت وكفاءة تحويل اليكترونات ٥ ميجا اليكترون فولت إلى أشعة س هى تحت ١٠٪ مما يجعل مولدات أشعة س أغلى فى إستخدامها عن مكن الاليكترون البسيط.



صورة (٢): الطيف الكهرومغناطيسى.

إشعاعات γ تنبعث من نوايا ذرية عديدة يوفر لها إنحلال إشعاعى radioactive. ومصادر تشعيع الأغذية هو الكوبلت ٦٠ والسيزيوم ١٣٧ والتى ينبعث منها إشعاعات γ بطاقات حوالى ١ ميجا اليكترون فولت MeV والتى تسبب فاعلية إشعاعية. والكوبلت ٦٠ ينتج فى مفاعل ذرى بقذف عنصر ثابت بالنيوترونات. وهو معدن غير قابل للذوبان عالى درجة حرارة الإنصهار فى حين أن سيزيوم ١٣٧ caesium 137 هو أحد منتجات الإنشطار الناتجة عن قضبان الوقود فى المفاعلات النووية والتى منها تفصل كيماوياً كملح متاح ذائب طيار. والكوبلت ٦٠ هو الأكثر إنتشاراً. ومعظم مصانع التشعيع تستخدم كوبلت ٦٠ والباقى يستخدم إشعاعات الاليكترون.

الجرعة والتأثير العام للتشعيع

dose & general radiation effects

الطاقة المنقولة للأغذية تعرف بإسم الجرعة الممتصة (عادة جرعة فقط) ووحدتها الجراى جر Gy وهى إمتصاص جول واحد بواسطة الكيلو جرام والوحدة القديمة هى الراد : ١ جر Gy = ١٠٠ راد.

وكلما زاد إمتصاص الجرعة فإن عدد التفاعلات الكيماوية وشدتها تزداد. وتشعيع الأغذية يتضمن جرعات من ٠,٠٥ – ٣٠ جر Gy ويتوقف ذلك على النتيجة المرغوبة وإن كان دستور الأغذية يحدها بـ ١٠ كيلوجر kGy. وفى الجرعات المنخفضة تعطل العمليات الكيماوية الحيوية والهرمونية فى المنتج الغذائى وعندما تزيد الجرعة فإنه يمنع إنقسام الخلية حيث يصبح تمزيق د.أ.ر.ن DNA شديداً.

وبـهذه الطريقـة تثبـط الكائنـات الدقيقـة وتعقـم الحشرات. وعند أعلا جرعة كل الكائنات الدقيقة تقتل ويعقم الغذاء. وبعض الأغذية يحدث لها تغير فى المذاق أو الرائحة أو القوام.

الإستخدامات النافعة للتشعيع

beneficial uses of irradiation

المنافع الأساسية المحتملة ملخصة فى الجدول (١) وكل منها يحتاج إلى أقل جرعة ليصبح مؤثراً.

جـدول (١): المنـافع بالتقنيـة الأساسـية لتشـعيع الأغذية.

المنفعة	مدى الجرعة ك.جر kGy	الغذاء
تثبيط الإنبات	٠,٠٥-٠,١٥	البطاطس، البصل، الثوم
تأخير النضج	٠,٠٥-٠,١٥	بعض الفواكه الاستوائية
تقليل الطفيليات	٠,١-٠,٣	لحم الخنزير
تطهير الحشرات	٠,١-١	الحبـوب، الأرز، بعـض الفواكه والخضروات
تأخير الفسـاد (علـى درجة حرارة الغرفة)	٠,٥-٥	الفراولة
تأخير الفسـاد (علـى درجة حرارة التبريد)	٠,٥-١٠	اللحم، الدواجن، السمك
تقليل الممرضات	٢-١٠	اللحم، الدواجن، أغذية البحر، الأغذية المجففة
التعقيم	١٠-٣٠ أ	التوابل، الأعشاب، أغذية خاصة

أ: الجرعات أعلا من ١٠ ك.جر تتجاوز مايوصى به دستور الأغذية ويسمح بها فقط فى بعـض البـلاد لأغراض خاصة.

❖ التطبيقات applications

إن ١٠ ك.جر kGy ترفع درجة حرارة الغذاء أقل من ٢,٤°م مما لاينتج عنه تغير المظهر والقوام.

◈ منتجات النبات الخام raw plant products

• الفواكه الطازجة fresh fruit

- تطهير الحشرات insect infestation

تتطلب كثير من البلاد ألا تدخلها الحشرات التى لاتوجد فى أراضيها فالتشعيع هو بديل جيد للتطهير الكيماوى. وكثير من الأغذية لايحدث لها تغيرات بعد التشعيع بـ ١ ك.جر KGy. فمثلاً:

حالـة جيـدة: التفـاح، الكريـز، البلـح، الجوافـة، المانجو، النكتارين، البابايا، الخـوخ، تـوت العليـق raspberry، الفراولـة، التامـاريلو tamarillo والطماطم.

حالة معقولة: المشمش، المـوز والقشدة الأمريكية cherimoya، التين، تمر الحنة، اللتشية lychee، البرتقال، وثمرة زهـرة الآلام passion fruit، الكمثرى، الأناناس، البرقوق، التانجلو والتانجرين.

حالة فقيرة: أفوكارد، عنب، ليمون، ليمون أضاليا، زيتون.

غير معروف: رمان، فاكهة كيوى kiwi fruit.

- زيادة عمر الرف extension of shelf-life

إنقاص الفساد reduction of spoilage: فساد الفاكهة يتسبب عن إصابات بالفطر أو الخميرة وهذه الكائنات تثبط بجرعات فـوق ١,٧٥ ك.جر kGy وفوق ذلـك يحـدث تطرية بسبب تكسر البكتين والسيليولوز وربما ساعد هذا على الفساد.

والكريز الحلو والمشمش قد يحمى من عفن الفطر بواسطة ٤ ك.جر kGy بدون فقد فى الجودة ولكن الفاكهة الوحيدة التى تعتبر صالحة لهذه المعاملة هى الفراولة. والعفن الرمادى (*Botrytis cinerara*) فى الأجواء المعتدلة وعفن الريزوبس (*Rhizopus stolonifer*) فى المناطق تحت الإستوائية يمكن ضبطها. والمعاملة بـ ٢ – ٢,٥ ك.جر kGy مع التخزين المبرد يمكن أن يزيد عمر الرف للفراولة بمعامل قدره ٢ – ٤.

- تأخير النضج **delay of ripening**

جرعات أعلا من ١ ك.جر kGy مطلوبة لتأخير نضج التفاح والكمثرى وينتج عنها فاكهة فقيرة الجودة فى حين أنه فى حالة الخوخ والنكتارين والمشمش يُسْرِع من النضج.

وفى الموز يتأخر النضج أسبوعاً (على ٣٠°م) أو ١٠ – ١٢ يوم (على ٢٠°م) بعد التشعيع بجرعة قدرها ٠,٤ ك.جر kGy والجرعات الأعلا تسبب الطراوة وتغير اللون. والمانجو فى الحالة الخضراء الصلبة hard green state يتأخر نضجها حوالى ٧ أيام (تخزين على ٢٥°م) بعد المعاملة بـ ٠,٢٥ – ٠,٧٥ ك.جر kGy والجرعات الأعلا تسبب إنخفاض لون الجلد. والببايا يتأخر نضجها ٣ أيام على درجة حرارة الحجرة بعد التشعيع بـ ٠,٥ – ٠,٧٥ ك.جر kGy ويتأثر القشر من جرعات أعلا.

- تأخير الخُلال **delay of senescence**

كل الفواكه حتى إذا لم تتعرض للعفن تتدهور حيث تتكسر البوليمرات والكربوايدرات المسئولة عن التماسك والقوام وعموماً التشعيع يُسْرِع من التَكَسُر ولكن الخُلال senescence يتأخر فى الكريز الحلو والمشمش بجرعة ٣ ك.جر kGy مع تخزين على ٤°م والببايا بجرعة قدرها ٠,٧٥ ك.جر kGy مع التخزين على ٢٥°م.

- الخضروات الطازجة **fresh vegetables**

- تثبيط الإنبات فى الدرنات والبصلات

inhibition of sprouting in tubers & bulbs

جرعات منخفضة ٠,٠٢ – ٠,٢ ك.جر kGr مع تخزين بارد وجاف يؤخر من إنبات البطاطس والبصل والثوم ... الخ. وقد تحدث تغيراً فى لون نهاية الساق فى البصل. وفى البطاطس قد يزيد التلون الأزرق الرمادى للبطاطس المخزنة لعدة أشهر بالتشعيع. وكثير من أنواع البطاطس تظهر إرتفاعاً فى محتوى السكر بعد التشعيع وقد لاتصلح لعمل المحمرات الفرنسية French fries أو الكريسبس crisps.

- تثبيط الأخضرار inhibition of greening

إخضرار البطاطس بسبب التعرض للهواء قد يثبط بالجرعات التى تمنع الإنبات. وهناك إختلاف على إنتاج السولانين. وإخضرار الهندباء endive يقلل بجرعة قدرها ٢ ك.جر kGy.

- تأثيرات أخرى other effects: جرعات من ٠,٠٥ – ٠,٥ ك.جر kGy تثبط الإنفتاح والتلون باللون الأسمر للقلنسوة وإغمقاق "الخياشيم" فى عش الغراب والتلون باللون الأسمر وإطالة الساق

فى عش الغراب. وفى الأسبرج الإنحناء بعد الحصاد يثبط بـ ٠,١٥ ك.جر kGy والجرعات الأعلا تنتج إنشقاق النهايات ومظهر مرغى slimy مغمق.

• الحبوب cereal grains

تهاجم الحشرات (كوليوبترا، الليبيدوبترا والسوس mites) الشعير والقمح والأرز والذرة وجرعات من ٣ – ٥ ك.جر kGy تقتل هذه الحشرات فى ٢٤ ساعة و ٠,٥ ك.جر kGy تجعلها لاتستطيع التغذية وتصبح عقيمة.

◈ منتجات النبات المعاملة
processed plant products

• الفواكه والخضر المجففة
dried fruits & vegetables

يعمل محتوى الرطوبة المنخفض كحافظ كاف فى الأغذية الجافة والتشعيع يصلح لتطهيرها من الحشرات. وجرعات حتى ١ ك.جر kGy مطلوبة ولاتؤثر على الخواص الحسية. وإن حدث إغمقاق بعد التخزين فى بعض الفواكه المجففة. كما أن إعادة التكوين والإنتفاخ يتحسن بالتشعيع وكذلك تقل مدة الطبخ.

• الأعشاب والتوابل ومنكهات الخضر
dried herbs, spices & vegetable seasonings

هذه المنتجات تجفف وتطحن وتهدم وتُنَعَم كثيراً والكائنات الحية عادة عالية (أعلا من ١٠^٦/جم) وتشعع بـ ١٠ ك.جر kGy وقد تشعع فى بعض البلاد بـ ٣٠ ك.جر kGy لأن أهميتها الغذائية صغيرة. وتغير اللون والرائحة والنكهة غير جوهرى على ١٠ ك.جر وبسيط على ٣٠ ك.جر.

◈ اللحوم الطازجة **fresh meats**

• اللحوم الحمراء **red meats**

تثبيط الـ *Trichina spiralis* يمكن كسر دورة العدوى فى لحم الخنزير بجرعة ٠,٣ ك.جر ويحتفظ بجودة اللحوم.

– مد عمر الرف وتقليل الممرضات extension of shelf-life & pathogen reduction: اللحم معقم عند الموت والتلوث البكتيرى يحدث أثناء الذبح والمعاملة. ويعتبر إستخدام التشعيع غير مرغوب ولكن قد يحتاج الأمر إلى التشعيع. والحد فى حالة لحم الخنزير ١,٧٥ ك.جر kGy وفى الحمل والبقر ١ – ٢,٥ ك.جر kGy (الجدول ٢).

جدول (٢): حساسية بعض الممرضات البكتيرية للإشعاعات المؤينة فى اللحم الأحمر.

الجنس	د.D_{10} (ك جر)[أ]
Campylobacter	٠,١٦ – ٠,٨
Escherichia	٠,٥٥ – ٠,٣
Listeria	١,١٠ – ٠,٢
Salmonella	١,٣٠ – ٠,٣١
Staphylococcus	٠,٣٤
Strreptococcus	١,٢٠ – ٠,٦٩
Yersinia	٠,٢١ – ٠,٠٤

أ: الجرعة المطلوبة لخفض عدد الخلايا الحية إلى ١٠٪ من العدد الأصلى.

وهذه الجرعات تقلل من مجموعة الممرضات ولكن اللحم لايصبح خالياً منها ويتم الفساد عادة ببكتريا سالبة لجرام من العائلات Enterobacteriaceae والجنس *Pseudomonas* وهذه حساسة للتشعيع. والتشعيع يحول المجموعات إلى الموجبة لجرام أنـــــواع *Lactobacillus* ، *Achromobacter* (*Moraxella - Acinetobacter*).

والنظام التالى يصلح لتشعيع اللحوم الحمراء ويزيد من عمر الرف ٢ – ٤ مرات.

- عامل اللحم بمحلول فوسفات لتقليل القطارة drip.
- لِف فى فلم ينفذ الأكسجين وحِطه بورق لف فراغ vacuum wrapping لمنع تغير اللون والأكسدة.
- برِد إلى ٢ – ٤°م.
- شعع بـ ١ – ٢,٥ ك.جر kGy وأبقها مبردة لمنع نمو الـ *Clostridium* spp.
- أزل ورق لف الفراغ قبيل البيع بالقطاعى لتسمح للهيموجلوبين بإعادة الأكسدة وتكوين اللون الطبيعى.

• الدواجن الطازجة **fresh poultry**

أسس إزالة التلوث وإمتداد عمر الرف متشابهة لكل من الدواجن واللحم الأحمر ولكن الدواجن عرضة أكثر لنقل الأمراض فهى تحتاج إلى تشعيع أكثر. وجرعات من ١ – ٢,٥ ك.جر kGy تقلل من الممرضات وتضاعف عمر الرف وينصح بالتخزين على ٤°م فى ورق لف منفذ للأكسجين.

• **اللحوم الحمراء والدواجن المجمدة**
frozen red meat & poultry

جرعات من ٣ – ٧ ك.جر kGy تعطى ضمانا أكثر ضد وجود الممرضات ولاتتطلب أى مناولة خاصة وتحتفظ بالجودة.

• **اللحوم المعاملة processed meat**

تختلف الآراء حول تشعيع اللحوم المعاملة ولكنها قد تكون متبلة كثيرا ولها نسبة سطح/حجم كبيرة إذا كانت مجزأة ويمكن تثبيط نمو الممرضات بجرعة ٢,٥ – ٣ ك.جر kGy.

◈ **الأغذية البحرية sea foods**

• **السمك المجفف والمملح المجفف**
dried or salted & dried fish

يطهر التشعيع بـ ٠,٥ ك.جر السمك المخزون من حشرات *Necrobia* ، *Dermestes maculatus* *rufipes* وعدد من أعداد عائلة Sarcophagidae ولكنها لاتثبط الفساد بسبب نمو الفطر والخواص الحسية لاتتأثر.

• **السمك الطازج fresh fin fish**

السمك الطازج له عمر رف قصير نتيجة لفساد الكائنات الدقيقة وعمل الإنزيمات والأكسدة. والتشعيع بـ ١ – ٢,٥ ك.جر kGy يقلل من فساد الكائنات الدقيقة ويمتد عمر الرف عدة أيام. ولكن ميكانيزم الفساد الأخرى لاتتأثر ويفقد السمك جودته أثناء التخزين.

وكلا من سمك البحر وسمك المياه العذبة يمكن معاملته بنجاح. والتزنخ السريع هو مشكلة أكبر فى

السمك ذى نسبة الزيت العالية (الرنجة والسالمون والتونا) وإن كان فى بعض سمك الزيت (الاسقمرى) فإن نكهتها القوية تخفى تغيرات المذاق. والتخزين تحت ٤°م ضرورى لمنع نمو *C. botulinum* وإنتاج الزعاف. وهذه يمكن أن تثبط باللف بورق منفذ للأكسجين وإن كان هذا لايثبط الأكسدة. وتحت ٢,٥ ك.جر kGy فإن الكائنات الدقيقة مثل المقاومة للتشعيع *Achromobacter* spp. تعيش وتسبب الفساد قبل إنتاج الزعاف.

• الأسماك الصدفية shell fish

يمكن إزالة تلوث الأسماك الصدفية المجمدة بإستخدام ٢ - ٥ ك.جر kGy مع فقد بسيط فى الجودة. والأسماك الصدفية الطازجة سواء مقشورة أو غير مقشورة يمكن معاملتها بـ ١-٢ ك.جر kGy فيتضاعف عمر الرف ولكن الجودة تقل كلما زادت الجرعة. والتبريد تحت ٤°م ضرورى والتلوث الفيروسى لايتم إنقاصه بهذه المستويات.
والتبقع الأسود يحدث فى الجمبرى عند تخزينه والتشعيع يثبط تكوينه بشرط أن الجمبرى يكون طازجاً جداً عند تشعيعه.

◈ إستعمالات أخرى ممكنة للتشعيع

الجدول (٣): يعطى بعض هذه المنافع للتشعيع.

تقنيات التشعيع processing technology

كل مصانع التشعيع تتكون من:
١- مصدر للتشعيع فى غرفة تشعيع. ٢- حجاب حام.
٣- نظام للنقل. ٤- نظام للرقابة

جدول (٣) منافع مقترحة لتشعيع الأغذية.

الغذاء	المنفعة	الجرعة (ك.جر)
دقيق القمح	زيادة حجم الرغيف	٠,٥-١
النقل	ضبط الحشرات	١
البقوليات	إنقاص بضع السكريات	٢-٣
مسحوق البيض، البيض الكامل المجفف	إزالة التلوث	٢-٦
رجل الضفدع المجمد	إزالة التلوث	٢-٧
عنب	زيادة العصير	٤-٥
عصير فواكه/هريس	تثبيت	٥-١٠
لحوم معالجة	خفض النيتريت	٧,٥-٣٠
علف الحيوان	إزالة تلوث/تعقيم	٧-٣٠
وجبات كاملة	التعقيم لمرضى المناعة	٣٠-٥٠

المصدر

كوبلت ٦٠ كمصدر لإشعاعات γ ومسرع accelerator لإنتاج شعاع من الاليكترونات هما مصدر الإشعاعات. وينتج كوبلت ٦٠ بقذف النيوترونات للكوبلت الثابت فى مفاعل ذرى. فيوضع المعدن ذو الفاعلية الإشعاعية والمغطى بالنيكل فى إسطوانة من سبيكة مزدوجة الكبسلة ١٠ × ٤٥٠ مم وموضوعة فى قلم من صلب يقاوم التآكل. وصف من هذه الأقلام يبقى فى حامل rack ١ - ٢ م². والكوبلت ٦٠ يتهدم بإستمرار ونصف عمره ٥,٢٦ سنة وهو يزود بـ ١٠٪ من نشاطه سنوياً.

وهناك عدة أنواع من مُسَرِّعَات الالكترونات وكلها تصدر تياراً من الاليكترونات سريع فى شعاع ضيق وهو يمسح scanned عبر ٠,٢ - ١,٢ م "قرن"

موضوع أعلا الغذاء المراد تشعيعه. ولايحدث التشعيع إلا إذا شغلت الآلة. ويمكن تغيير مصدر القوة بتغيير التيار أو الفولت وذلك في حدود.

الحجاب shielding

غرفة التشعيع تقفل في كونكريت (مسلح) ١,٥ - ٢م سماكة وهذا يمنع الإشعاع عن المشتغلين. ويتطلب المصدر أيضاً موضع غير شغال حيث الإشعاع يمكن إمتصاصه وبذا يمكن للعمال الدخول وهذا يتم بعمل حمام ٧م عمق من الماء ويعمل على تحريك المصدر مابين موانع العمل والسكون.

١٠ ميجا اليكترون فولت تمتص في سنتيمترات من المادة المكثفة ولكن إشعاعات س النفاذة تنتج عندما تصطدم الاليكترونات بأشياء في الغرفة، وعلى ذلك فالحماية ضرورية كما أن الحماية ضرورية أيضاً في المواقع التي تعمل بالكوبلت ٦٠.

النقل conveyor

الناقل يجب أن يضمن أن الغذاء يتم تشعيعه متجانساً وسرعة الناقل تضمن ذلك. وتنقل الحاويات أمام مصدر كوبلت ٦٠ في نقلة واحدة أو أكثر.

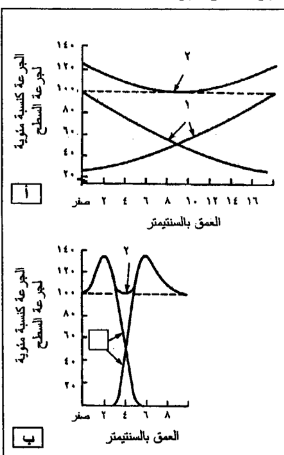
أما شعاع الاليكترونات فينتج في إتجاه واحد وهو مايسمح بالنفاذية في طبقات رفيعة من الغذاء وأستخدم مع معاملة الحبوب والبذور ومنتجات اللحوم المتجانسة حتى ٧٠ مم في الثخانة.

المساحة العامة general area

أجهزة الخدمة والضبط توجد خارج المساحة المحجوبة والمساحات التي تستقبل الغذاء القادم وتلك التي تخزن المنتجات المشعة توجد منفصلة وتحتوي غرفاً مضبوطة درجة حرارة إذا لزم الأمر.

• نفاذية الشعاع beam penetration

الصورة (٣) تبين مقدرة إشعاعات γ والاليكترونات على النفاذ في الأغذية المغلفة. والتشعيع من جانبين يضاعف السماكة المعاملة ويقلل إختلافات الجرعة داخل العبوة.



الصورة (٣): العلاقة بين الجرعة والعمق لعبوات وحدة الكثافة معرضة : أ) لإشعاعاتγ من كوبلت ٦٠ أو ب) ١٠ مليون اليكترون فولت إما من جانب واحد (١) أو جانبين (٢).

وجرعة موحدة خلال العبوة غير ممكنة ونسبة أقصى إلى أقل جرعة ممتصة يسمى إنتظام الجرعة (ن.ج) (DU) dose uniformity ويجب أن يكون قريباً من الوحدة كلما أمكن ذلك. وهذا يتم بإستخدام عبوات أرفع وإن كان هذا يفقد طاقة التشعيع ويقلل من الحجم المشعع في زمن معين. وعموماً فإن الوصول إلى ن.ج DU أسهل مع إشعاعات γ عنه مع شعاع الاليكترون خاصة مع الأوعية الكبيرة.

قياس الجرعات dosimetry

مقاييس الجرعات القياسية والمرجعية
standard & reference dosimeters

يمكن القياس بقياس "كمية" الحرارة calorimetry أو بطرق غرفة التأين. فقياس كمية الحرارة يقيس الحرارة المطلقة في الماء، أما غرف التأين فتسجل عدد أزواج الأيونات المنتجة في الهواء. ومقياس الجرعات فريك Fricke يتكون من محلول مائي لكبريتات الحديدوز وحمض الكبريتيك والشقوق الحرة المنتجة أثناء التشعيع تؤكسد أيونات الحديدوز إلى أيونات حديديك وهذا يمكن قياسه بالإمتصاص الضوئي optical absorption والجرعات في مدى ١٠ – ٤٠٠ جر Gy يمكن قياسها بواسطة هذا المقياس وهناك تحوير يمكن القياس به حتى ٢ ك.جر kGy.

قياس الجرعات في المصنع
in-plant dosimetry

مقاييس الجرعات المرجعية صعبة الإستخدام بطريقة روتينية وهناك مقاييس جرعات عملية تشمل مواد لدائنية مثل عديد الميثيل ميثاكريلات polymethyl methacrylate. فقريصات صغيرة من اللدائن إما رائقة أو ملونة بواسطة صبغة يمكن مناولتها بسهولة ويتغير اللون في مدى متسع من الجرعات واللون الناتج يبهت تدريجياً وهذه المقاييس تدرج ضد مقاييس مرجع وهذا يدرج ضد مقياس قومي عمومي national.

وتوضع مقاييس الجرعات اللدائنية خلال الغذاء لرسم خريطة للتشعيع وتحدد مواقع أقصى وأقل جرعة (جاقصى ، جاقل D_{max} , D_{min}) وتراجع على بروتوكول المعاملة. وفي أثناء العمل تمرر العبوات التي تحتوي مقاييس الجرعات في النقاط التي تتلقى جاقصى ، جاقل D_{max} , D_{min} على المصدر. ومعظم المصانع يوفر روشمة مستديمة بصبغة حساسة للإشعاع خارج كل عبوة وهذه الروشمة تتغير في اللون بالتشعيع وهي دليل نعم/لا على أن العبوة عوملت بدلاً من مقياس جرعات حقيقي.

متوسط الجرعة الممتصة إجمالياً
overall average absorbed dose

أهم معالم هي جاقصى، جاقل D_{max} , D_{min} حيث أن هذه ستحدد جودة وكفاءة العملية ولكن الجرعة الممتصة يشار إليها أحياناً بقيمة متوسطة إجمالية overall average value جم D_{av} وهذه تعرف بـ:

ج م = ١\ك ∫ ث (س،ص،ى) ع (س،ص،ى) د.ح (1)

$$D_{av} = \frac{1}{M}\int p\,(x,y,z)\; d\,(x,y,z)\; dV$$

حيث ك: كتلة المنتج الكلية

M = total mass of product

ث = الكثافة عند نقاط الإحداثيات (س، ص ، ى)
p = density at a point defined by coordinates (x,y,z)

ع = الجرعة الممتصة عند (س،ص،ى)
d = absorbed dose at (x,y,z)

د.ح هو عنصر الحجم متناهي الصغر
dV is the infinitesimal volume element

ولكن المعادلة البسيطة عادة تكون

جم = (جاسى + جاس) / ٢ (٢)

$$D_{av} = \frac{D_{max} + D_{min}}{2}$$

ودستور الأغذية الذى ينص على أن الأغذية المشععة تأخذ أقصى جرعة فى جم = ١٠ ك.جر kGy. وعلى الأقل ٩٧,٥٪ من الغذاء يجب أن يأخذ أقل من ١٥ ك.جر kGy وإنتظام الجرعات يجب أن يكون فى أمثله وهذا معناه غالباً أن ن.ج DU هى أقل من ٢. ولكن فى بعض التطبيقات بإستخدام جرعات منخفضة فإن قيماً عالية تكون مقبولة.

مقدرة المصانع والتكاليف
plant capacity & costs

إذا امتصت جميع الإشعاعات المنبعثة من المصدر فى الغذاء فإن مصدراً قدره ١ كيلوات يمكن أن يعامل ٣٦٠ كجم من الغذاء فى الساعة بجرعة ١٠ ك.جر kGy. ولكن يحدث أن يفقد الإشعاع عندما يخطىء أو يمر تماماً خلال الغذاء. والبعض يمتص قبل أن يترك المصدر أو فى النظام الناقل. والنسبة المئوية للإشعاع المستخدم عادة وتسمى عامل الكفاءة (ك E) efficiency factor عادة ٢٠-٥٠٪.

ومصانع الكوبلت البسيطة لها عامل كفاءة منخفض ومصانع الكوبلت التى تمرر الغذاء عدة مرات ومصانع إشعاعات الاليكترون يمكن تصميمها بكفاءة ك E تقترب من ٥٠٪.

ومعادلة نافعة لمعدل الإنتاج فى المصنع

ع = (٣٦٠٠ ص ÷ د) ك

$$T = \frac{3600\ S}{D} E$$

حيث:

ع: المعدل كجم/ساعة — T = throughput (kg h^{-1})
ص: قوة المصدر بالكيلووات — S = source power (kW)
د: أقل جرعة ك.جر — D = minimum dose (kGy)
ك = عامل الكفاءة — E = efficiency factor

وقوة المصدر تعطى بنشاط الكوبلت ٦٠ (١ كيلووات = ٦٧ ك س.ى kCi أو ٢,٥ بيكيريل PBq) أو فولت المُسْرِع والتيار (١ كيلوفولت = ١ ميجا اليكترون فولت × م أ mA).

مناولة الأغذية **food handling**

التشعيع يقلل من الكائنات الممرضة وهى تنفذ فى الأغذية المعبأة فى اللدائن أو فى عبوات تمنع الحشرات وهذا يمنع أى إعادة تلوث. أما معاملة منع الإنبات مثلاً فيمكن معاملتها مفككة. أما الأغذية التى تحتاج إلى درجات حرارة معينة للتخزين فهذه يجب أن يخصص لها مكان. ويجب مراعاة الأغذية البحرية واللحوم حيث الجراثيم المقاومة مثل الـ *Clostridium botulinum* تستطيع العيش بعد التشعيع وربما تنمو وتنتج الزعاف المميت ولذا يجب التخزين على أقل من ٤°م. وتشعيع الأغذية

المجمدة أو المحفوظة فى فراغ يثبط تفاعلات الشقوق الحرة المؤكسدة والتى تسبب التزنخ والنكهات غير المرغوبة.

التعبئة packaging

يجب أن تقابل مواد التعبئة مايطلب من ثبات بعد التشعيع ومن القوة والنفاذية. وهناك خطر من إنتشار المواد ذات الوزن الجزيئى المنخفض فى العبوات المشعة (مثل المثبتات). والجدول (٤) يعطى بعض المواد التى سمح بها فى أمريكا الشمالية.

جدول (٤): بعض المواد التى سمح بها فى أمريكا الشمالية لتعبئة المواد الغذائية المشعة.

مادة التعبئة	أقصى جرعة ك.جر
سيلوفان مغطى بالنتروسيليولوز	١٠
سيلوفان مغطى بكلوريد الفينايل	١٠
ورق جلاسين	١٠
ورق كرتون مغطى بالشمع	١٠
فلم بولى اوليفان polyolefin	١٠
ورق كرافت	٠,٥
فلم عديد الاستيرين	١٠
فلم ايدروكلوريد المطاط	١٠
فلم كلوريد الفينيل-كلوريد الفينيليدين	١٠
نيلون ١١	١٠
خلات ايثيلين-فينيل	٣٠
بارشمنت نباتى	٦٠
فلم عديد الايثيلين	٦٠
فلم عديد الايثيلين تيريفثالات	٦٠
نيلون ٦	٦٠
فلم كلوريد الفينيل-خلات الفينيل	٦٠
مبلمر اكريل-نتريت	٦٠
وفى كندا: فلم عديد الاوليفان من عدة طبقات، صوانى من رغاوى عديد الاستيرين. فلم عديد الايثيلين ايثيلين-خلات الفينيل وأكياس، صناديق ورق كرتون (مغطى بالشمع).	

أمان التشعيع radiation safety

الموظفون فى المصنع وكذلك الجمهور يجب حمايتهم من الإشعاع. وهناك عدة أمور يجب أخذها فى الإعتبار:

١- التعرض المسموح به بالنسبة للعاملين فى المصنع والجمهور.

٢- مناولة ونقل والتخلص من المواد المشعة بأمان.

٣- أمان فى المُسَرِّعَات ذات الطاقة العالية ومصادر الإشعاع ذات النشاط العالى.

٤- طرق طارئة فى حالة حدوث حوادث.

والأغذية لاتصبح مشعة حتى تتشعع أعلى من حد معين ولذا فإن نوع والطاقة القصوى فى تشعيع الأغذية يحدد بالتالى:

١- إشعاعات γ المنبعثة من النيوكليوتيدات المشعة كوبلت ٦٠ وسيزيوم ١٣٧.

٢- أشعة س المولدة من مكن يعمل على أو أقل من ٥ مليون ميجا اليكترون فولت.

٣- اليكترونات مولدة مصادر تعمل على أو تحت ١٠ مليون اليكترون فولت.

الموافقة المسبقة ومراقبة الجودة
prior approval & quality control

الموافقة المسبقة على المواد الغذائية وعلى المصنع يجب أن تؤخذ فى الإعتبار. وفيما يأتى بعض النقاط:

١- المواطنون (العدد، التمرين، المهارات، المراقبة).

٢- قياس الجرعات والمواصفات.

٣- المقدرة على تقدير الجودة أصلاً خاصة من ناحية للكائنات الدقيقة.

٤- التفرقة مابين الغذاء الداخل والمعامل (المشعع).

٥- طرق لمنع إعادة التشعيع بالخطأ.

٦- طرق صحية للتخزين ومناولة الأغذية.

٧- حفظ السجلات.

٨- التفتيش المنتظم بواسطة الهيئات الحكومية.

ويمكن إستخدام أكثر من ١٠ ك.جر kGy فى حالات خاصة كمكونات الأغذية الصغيرة (التوابل وغيرها) والأغذية لمجموعات خاصة مثل مرضى المستشفيات ورجال الفضاء والقوات المسلحة.

التجارة الدولية international trade

المعلومات الأتية يجب أن تكون متوفرة:

١- تعطى كل دفعة عدد يميزها.

٢- المعاملة المعطاه (الجرعة والغرض والمكان والتاريخ).

٣- التنظيم القومى الذى يسمح بالتشعيع.

٤- أى متطلبات فى المناولة مثل ضبط درجة الحرارة.

الروشمة labelling

البلاد قد تتطلب رواشم تبين الغذاء المشعع أو أن مكون منه قد شعع.

وقد إقترحت علامة دولية لتبين أن الغذاء مشعع ولكن لم يتم الموافقة عليها.

وقد تم تشعيع كثير من المواد منها: البطاطس والبصل والسمك المجفف والفراولة والمانجو والتفاح وغيرها. (Macrae)

إستشعع — to fluoresce

أنظر: مطياف

شف

شفنين بحرى — ray

أنظر: سمك

شكل

شكولاتة — chocolate

الشكولاتة تأتى من بذور الكاكاو cocoa ونكهة الكاكاو تأتى من تركيبها الوراثى وأيضاً مما يحدث لها من تغيرات أثناء المعاملة والتصنيع. فبذرة الكاكاو غير المعاملة لاتعطى النكهة المميزة عندما تحمص إلا إذا كانت قد خمرت وجففت أولاً. فبذور الكاكاو الخام raw cocoa beans هى الصلة مابين المعاملة - عادة فى الإستوائيات - والتصنيع عادة فى البلاد المستهلكة. والتفاعلات التى تحدث فى البذور - وليس فى اللب - هى المسئولة عن جودة الكاكاو الطازج.

بيولوجيا البذور biology of the seed

الكاكاو هو *Theobroma cacao*

إسم الفصيلة/العائلة: البرازية Sterculiaceae (الشهابى)

وهنـاك صنفـان همـا كريولـو Criollo وفوراسـتيرو Forastero متميزان. وقرون الكاكاو تحتوى ٣٥-٤٥ بذرة تتكـون من الجنين والصدفة وتغطى عند النضـج بطبقـة ميوسـيلاجينية (الغـلاف الداخلـى endocarp). والجنين يتكـون من فلقتين تتصلان بمحـور جنينى صغير. والسويداء التذكاريـة تغطـى سطح الجنين. وبعد التخمر الصدفة مغطاه بمتبقى اللـب تكـون حـوالى ١٢ - ١٦٪ مـن وزن البـذرة الجافة. ووزن البذرة الجافة يختلف بدرجة كبيرة ولكنه حـوالى ١,٠ - ١,٢ جـم. وتسـتخدم الفلقـات فقط فى صناعة الكاكاو والشكولاتة ويسودها النسيج الوسـطى mesophyll ويتكـون مـن نوعـين مـن الخلايا يختلفان فى التكوين.

وحـوالى ٨٠٪ من الخلايا تخزن الدهن والبروتين وأهم حجم لها يشغله عدد كبير من أجسام دهنية لها حجم ثابت (حوالى ٢ ميكرومتر) وتحيط بواحد أو أكثر من فجوات تخزين بروتين والحبيبات النشوية amyloplasts. أما باقى ٢٠٪ فهى خلايا تخزيـن عديـد الفينـولات. والتجويـف lumen يكـاد يكـون مشغولاً بفجـوة واحـدة مركزية تحتـوى كـل عديـد الفينول والبيورينات المخزونة.

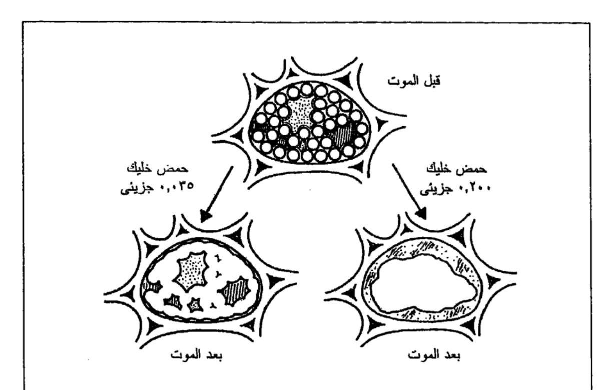
والتركيب تحت الخلوى فى خلايا تخزين الدهن والبروتين تضبط تفاعلات ماقبل ومابعد الموت أثنـاء التخمر وهى ليست كمثلها فى الأنظمـة الخالية من الخلايا. ففـى مستوى تحت الخلايا - فـى الجسـم الحـى - يمكـن وصف الوضع كطور دهنى مشتت (أجسام دهنيـة) فـى طـور مـائى مستمر (سيتوبلازم) (الصـورة ١) وأثنـاء التخمـر تقتـل الخلايـا بـالحرارة وحمض الخليك ولكن تبقى تركيبات مابعد الموت.

وفـى تجويف الخلية cell lumen مـع تركـيزات منخفضة من حمض الخليـك تلتحـم أجسام الدهـن فـى موضعه الأصلـى in situ وتكـون طـوراً دهنيـاً مستمراً يفصل محتويات سيتوبلازمية كطـور مشتت محب للماء. وبالعكس فإنه فى وجود تركيز عال من حمـض الخليك فإن إلتحام أجسام الدهـن يكـون أكثر شمولاً مسبباً فصـل كـامل للدهـن فـى مركـز الخلية. وفى الحالة الأولى فإن إنتشار المواد داخل الخليـة القابلـة للذوبـان فـى المـاء يقلـل بواسطة حواجـز دهنية. وفـى الحالة الأخـيرة الإنتشـار غـير محدد. والتفاعلات البروتيولوتية والإسمراريـة/البنية وإنتشار الحمـض وتكوين سلف النكهة يعتمـد علـى هذه التركيبات.

تكوين بذور الكاكاو غير المخمرة

المكونـات السـائدة مــن الدرجــة الثانيــة هــى الفلافونويــــدات والبيورينـــات (ثيوبرومــــين theobromine والكـافيين caffeine) وإحتيـاطى التخزين يشتمل على زبدة كاكاو أساساً ولكن أيضاً بروتين ونشا (الجدول ١). وهناك إختلافات وراثية فى زبدة الكاكاو والبروتينات والصبغات مابين أنواع كريولو والفوراستيرو.

زبـدة الكاكـاو cocoa butter: الدهــن وهــو مكون التخزين الرئيسى ويشتمل على ٥٢-٥٧٪ من وزن الفلقـات الجـاف. وهــو يحتــوى علــى ٩٥٪ جليسريدات ثلاثية و ٢٪ جليسريدات ثنائية و <١٪ جليســريدات أحاديــة ، ١٪ دهــون قطبيــة و ١٪ أحماض دهنية حرة (كنسب مئوية من الدهـــون).



الصورة (١): التغيرات التى تحدث فى الخلايا الوسطية - كما ترى فى المجهر الاليكترونى - والتـى تتسبب عـن تركيزات مختلفة لحمض الخليك أثناء التخمر والحبيبات الدهنية تلتحم فى وضعها الأصلى in situ (إلى اليسار) أو تكون حجماً مركزياً للدهن (إلى اليمين) والأقسام المحبة للماء تظهر كنقاط أو كَشُرَط dashes.

جدول (١): تحليل كاكاو غرب أفريقى.

المكون	البذور الجافة (٪)	المكون	البذور الجافة (٪)
فلقات	٨٩,٦	كربوايدرات	
صدفة	٩,٦٣	فركتوز	(٠,٠٩)
محور جنين	٠,٧٧	جلوكوز	٠,٣٠ (٠,٠٧)
دهن	٥٣,٠٥	سكروز	صفر (٢,٤٨)
ماء	٣,٦٥	نشا	٦,١٠
رماد (كلى)	٢,٦٣	بكتينات	٢,٢٥
نتروجين		ألياف	٢,٠٩
نتروجين كلى	٢,٢٨	سليولوز	١,٩٢
نتروجين بروتينى	١,٥٠	بنتوزانات	١,٢٧
أمونيا نتروجين	٠,٠٢٨	ميوسيلاج وصموغ	٠,٣٨
نتروجين أميدى	٠,١٨٨	تانينات (كل الفينولات)	٧,٥٤ (١٣,٥)
ثيوبرومين	١,٧١	احماض	
كافيين	٠,٠٨٥	خليك (حر)	٠,٠١٤
		أكساليك	٠,٢٩

والجليسريدات الثلاثية تحتوى على ٣٧٪ حمض أوليييك (أ O) و ٣٢٪ حمض ستياريك (س S) و٢٧٪ حمض بالمتيك (ب P) و ٢,٥٪ حمض لينولييك (ل L) (كنسب مئوية من الأحماض الدهنية). والأحماض الدهنية الأخرى المشبعة ووحيدة عدم التشبع لاتساهم بأكثر من ٢٪ من الأحماض الدهنية. وهذه القيم تمثل البذور المتخمرة ولكنها تختلف مابين العينات وتبعاً للوراثة والجغرافيا. وهذا يصح أيضاً بالنسبة للأحماض الدهنية فى الجليس

ريدات الثلاثية. ودرجة حرارة ذوبان زبدة الكاكاو ٣١ - ٣٤°م والجليسريدات الثلاثية ب أ س ، س أ س، ب أ ب هى السائدة. والكاكاو من أمريكا الجنوبية أطراها ويحتوى على ب أ أ و س أ أ . ودرجة الحرارة المحيطة أثناء نمو القرون والجو والنضج ووقت الحصاد تؤثر جميعاً على تكوين الجليسريدات الثلاثية وبالتالى خواص الذوبان والتبلر.

عديد الفينولات polyphenols: الفلافونولات هى المكونات الرئيسية وهى فى نوع الفوراستيرو forastero (نسبة مئوية لأوزان تقريبيه من عديد الفينولات): لوكوسيانيدينات leucocyanidins (٥٨-٦٥٪)، كاتيكينات (٢٩ - ٣٨٪) ثم الأنثوسيانينات (١,٧ - ٤,٠٪). والمركبات التى تم التعرف عليها أنثوسيانينات (٣-α-أرابينوسيديل سيانيدين و ٣ -β-د-جالاكتوسيديل سيانيدين)، كاتيكينات catechins (د-) أيبكاتيكتين، (+)-كاتيكين، (+)-جالوكاتيكين، (-)-ايبى جالوكاتيكين). واللوكوسيانيدينات (٥، ٧، ٣′، ٤′- رابع أيدروكسى فلافان ٣، ٤-ديول، (-)-ايبكاتيكين ثنائى dimer) وبالإضافة سبعة مشابهات ومبلمرات غير مميزة تماماً. وثلاث فلافونولات وجدت كمكونات صغرى: كويرسيتين، كويرسيتين-٣-جلوكوسيد و كويرسيتين-٣-جالاكتوسيد. وأحماض فينولية وأسترات يبلغ عددها حتى ١٧ وجدت أيضاً. وكل كمية سبعة منهم يكون مالايزيد على ٢٣ جزء فى المليون من وزن البذرة الجاف (فلوروجلوسينول، حمض بروتوكاتيشويك، حمض فانيليك، ارثو-أيدروكسى فينيل حمض الخليك، p-حمض الكوماريك وحمض الكافييك وحمض الفيروليك).

والأنثوسيانينات ومركباتها (الجزء غير المحتوى على كربوايدرات aglyca) لاتوجد فى بذور الكريولو ولكنها تعطى اللون المميز لبذور فوراستيرو. وهى تؤخذ لبيان "درجة التخمر" واللوكوسيانيدينات والكاتيكينات قابضة جداً وهى تانينات ذات كفاءة وأكسدتها الإنزيمية تسبب تفاعلات إسمرار أثناء التجفيف بعد التخمر.

القلويدات alkaloids: تكوين الميثيل زانثينات فى بذور الكاكاو يتأثر بالعوامل الوراثية ولكنه مميز لهذه البذور. والثيوبرومين ١-٢٪، والكافيين ٠,٢٪ على أساس الوزن الجاف مع آثار من الثيوفيلين و ٧-ميثيل زانثين وهى لاتتأيض أثناء التخمر. والثيوبرومين له تأثيره فى المذاق المر للكاكاو. وهناك عدة فينولات أمينية وقلويدات تأتى من التيروسين والتربتوفان قد وجدت على مستويات

منخفضة جداً (٣ - ٤٠ ميكروجرام / جم) في كل من الكاكاو المحمص وغير المحمص.

السكريات والأحماض sugars & acids: السكريات العديدة تبلغ ١٢٪ (وزن جاف) والسكر الحر حوالي ٢ - ٤٪ (وزن جاف) (الجدول ١) والسكروز حوالي ٩٠٪ من السكريات الكلية. وبالإضافة جالاكتوز ورافينوز والميلوبيوز والسوربوز ومانوتريوز والزيلوز والأرابينوز والمانيتول والإينوسيتول قد وجدت بكميات صغيرة.

والأحماض الطيارة لاتوجد في بذور الكاكاو الطازجة. ولكن الأحماض غير الطيارة توجد في تركيزات منخفضة. فوجد حمض الفوسفوريك واللاكتيك والماليك بجانب حمض الطرطريك بنسبة ٠,٣٢٪ (وزن جاف) والأكساليك ٠,٣٥٪ والسيتريك ٠,٧٣٪. وهذه الأحماض التي توجد في البذور غير المتخمرة لاتؤيض أثناء المعاملة ولاتساهم في جودة الكاكاو.

البروتينات والأحماض الأمينية proteins & amino acids: تختلف نسبة البروتين من ١٠ - ١٦٪ (وزن جاف) وإن كان نوع كريولو يحتوى بروتيناً أقل من نوع فوراستيرو. وبإستخدام جل كبريتات صوديوم دو ديسايل-عديد الأكريلامايد -sodium dodecyl sulphate polyacrylamide gel في الإستشراد الكهربي وجد في صنف فوراستيرو ١٦ حزمة ببتيد ثلاثة منها فقط توجد في كميات كبيرة وأثنين منهما لهما وزن جزيئي ٤٤ - ٤٦ ، ٢٦ - ٣١ كيلو دالتون كجزء من جلوبيولين تخزين الفجوة وقد وجد أن هذا من نوع الفاسيلين vacillin من البروتينات الكربوايدراتية. والثالث البيومين ١٩ كيلو دالتون لايوجد في بروتين الفجوات. وذوبان بروتين تخزين الفجوة يكاد يكون صفراً عند جيد ≥٠,٥. وهذا البروتين غني في الأحماض الأمينية غير المحبة للماء. والفلقات الطازجة تحتوى حوالى ٥مجم/جم (وزن جاف) من الأحماض الأمينية الحرة. والأحماض الأمينية الحامضية تسود البروتين الكلي والأحماض الأمينية الحرة في البذور غير المختمرة.

الإنزيمات enzymes: مختلف الإنزيمات وجدت في بذور الكاكاو الطازجة وكانت نشطة أثناء التخمر بعد الموت أو الجفاف ومنها جليكوسيدات وبروتيازات وأكسيد عديد الفينول. والنشاط البروتيوليتي في البذور الطازجة عال. فأحد البتيدازات الداخلية - بروتيناز الاسبارتايل - يوجد في بذور الكاكاو غير المنبتة وأعلا نشاط له عند جيد ٣,٥. أما الببتيدازات الخارجية في بذور الكاكاو غير المنبتة فهي ببتيدازات سيريل -seryl peptidases مع أعلا نشاط لها عند جيد ٥,٥. ومن بين المنتجات البروتيولوتية النهائية بضع ببتيدات (٧٥٪ من نتروجين البروتين الأصلي) تسود على الأحماض الأمينية (٢٥٪).

والجليكوسيدازات مسئولة عن حلمأة الأنثوسيانينات وأعلى نشاط لها في بذور الكاكاو مابين جيد ٣,٥ - ٤,٥. وكذلك وجد الأنفرتاز. وأكسيداز عديد الفينول (أ- ثنائي الفينول :

١. أكسيدو ردكتاز) فى البذور غير المتخمرة يظهر نشاطاً كبيراً ينخفض كثيراً بعد التخمر اللاهوائى. ولكن النشاط المتبقى وهو يرجع إلى شكل محور من الإنزيم الأصلى يكفى لإحداث تفاعلات الإسمرار (البنية) أثناء التجفيف. وأحسن رقم جيد لها ٦ – ٦,٤.

التغيرات أثناء التخمر
changes during fermentation

تبتدىء التفاعلات فى البذور الحية وتتقدم فيما بعد الموت وقليلاً ماهو معروف عن التفاعلات قبل موت البذور والذى يحدث بالحرارة وإنتشار حمض الخليك. وتزيد مدة أصلية ممتدة على درجة حرارة منخفضة (≥ ٤٠°م) من حلمأة البروتين بعد الموت وزيادة محتملة فى النكهة أثناء تحضين وتخمير البذور. والأحماض الأمينية الحامضية تؤيض قبل الحلمأة والحمضية بعد الموت.

وأخذ حمض الخليك يضبط نشاط مابعد الموت للأيدرولازات (البروتيوزات والجليكوسيدازات) تحت ظروف غير هوائية. ومنحدر حمض خليك يتحرك ببطء من سطح الفلقات إلى النسيج الوسطى وزيادة درجة الحرارة والتغير فى رقم جيد يضبط أيضاً التركيب تحت الخلوى (صورة ١) وعندما تتهدم أغشية البلازما والغشاء شبه المنفذ المحيط بفجوة خلية النبات tonoplasts (Academic) فإن البروتينات وعديد الفينولات والمركبات الأخرى تطلق وتتصل بالإنزيمات. وفى هذه الحالة فإن رقم جيد ينخفض إلى ٥,٠ – ٤,٠ ويتوقف ذلك على تركيز حمض الخليك.

وكنتيجة لتهدم الخلية والانحلال الناتج عن الإنزيمات فإن كميات مختلفة من المكونات الذائبة: فلافونويدات وأحماض أمينية وبيورينات وسكريات تفقد من البذور بالتحلب exudation. ويحدث فقد فى المواد الذائبة ١٠ – ٤٠٪ مما يحور التكوين الأصلى لبذور الكاكاو. ويحدث تغير فى الدهن يتمشى مع فقد المواد الذائبة ويختفى السكروز غالباً لنشاط الانفرتاز (أثناء التخمر) وإن كانت نسب الفركتوز والجلوكوز لاتزيد عن ٥٠٪ من السكروز الأصلى ويجرى لها تفاعلات أخرى لأن نسبهما تختلف.

وجليكوسيدات السيانيدين تتحملاً بواسطة جليكوسيدازات والسسيانيدين (أجليكون) يحدث له تبييض بعد ذلك غير إنزيمى ويتحول إلى مركب عديم اللون (pseudobase). واللوكوأنثوسيانيدات تتحول بطريقة غير إنزيمية إلى أشكال معقدة. والكاتيكانات تفقد ٥٠٪ غالباً ببضع بلمرات oligomerization. وحلمأة البروتين فى البذرة تبتدىء بعد أخذ حمض الخليك وتتم غالباً فى بضع ساعات.

ولما كانت بضع الببتيدات والأحماض الأمينية سلف لنكهة الكاكاو فإن تجمع اللوسين والألانين والفينيل والتيروسين مع الأحماض الأمينية بعد حلمأة البروتين هو موضع إهتمام. فنسبها أعلا جوهرياً فى البروتينات (الجدول ٢). وموقع إنقسام الببتيداز الداخلى للاسبارتيل aspartyl endopeptidase (أحماض أمينية غير محبة للماء) ووجود الببتيداز الخارجى فى بذرة الكاكاو يبين أن تخصص مادة التفاعل قد يكون مسئولاً.

وفـى البـذور المتخمـرة جيـدا فـإن جلوبيولـين التخزيـن هـو الـبروتين الوحيـد الـذى يهاجمـه البروتيوزات أثنـاء حلمـأة الـبروتين تحت ظـروف حموضـة خفيفـة (جيد ≥ ٥,٠). وبـالعكس كـل بروتينات البـذور تكسر بعد تحميض قـوى للبـذور. والتركيبات تحت الخلوية التى تظهر فـى صـورة "١" غالبا ماتكون مسئولة عن هذا الفرق. وأثناء تحضين مسحوق مجفـف الأسيتون فـإن بروتينـات البـذرة تتكسـر علـى جيد ٥,٥ ، ٤,٥ ولـو أن مـدى حلمـأة البروتينات أقل فإن جهد النكهة potential كـان أعلا على جيد ٥,٥ عنه على جيد ٤,٥.

جدول (٢): الأحماض الأمينية فى بذور الكاكاو.

الجـــــــزء	أحماض أمينية حرة فى بذور متخمرة (جزئ ٪ أحماض أمينية حرة)		أحماض أمينية مرتبطة فى البروتين فى بذور غير متخمرة (٪ من أحماض أمينية مرتبطة فى البروتين)ب	
	بعد تخمر ضحل فى صندوق أ	بعد تحضين البذرة فى المعمل ب	كل بروتين البذرة	جلوبيولين التخزين (مغنى)
- أحماض أمينية حمضية	١٥,٩	٢٠,٥	٣١,٥	٢٦,٠
- أحماض أمينية كارهة للماء بمافيها اللوسين والألانين	٥٨,٣	٥٨,٦	٣٣,٥	٤١,٣
والفينيل الانين والتيروسين	٤٥,٣	٥٠,٤	٢٢,٠	٢٨,٧
- أخماض أمينية أخرى	٢٥,٨	٢١,٠	٣٥,٠	٣٢,٧
- أحماض أمينية كلية	٣٨,٢ ج	٢٥,٠ ج	١١,٣ د	٤,٥ د

تحليلات بذور: (أ) غانية ، (ب) ماليزية: تحضين البذور مطهرا aseptic على جيد ٤,٥ فى بيئة تحتوى حمض خليك لمدة ٢٠ ساعة على ٤٠°م ، ٤٠ ساعة على ٥٠°م يشابه التخمر بالنسبة لتفاعلات معروفة فى البذرة. وجلوبيولين التخزين غنى بالكروماتوجرافيا على سيفادكس ج، ١٥٠ G 150. وحملىء البروتين فى حمض كلورودريك مركز. وحددت الأحماض الأمينية بواسطة كروماتوجرافيا السائل عالية الأداء المعكوسة. ج = ميكرمـول/جم (وزن جـاف). د = ٪ مـن الـوزن الجـاف. وكمية البروتين حسبت من تقدير النتروجين وجل كبريتـات دوديسيل الصوديـوم – الأكريلامـايد بالاستشراد الكهربى.

والأحماض الأمينية المحررة والببتيدات لايظهر أنها تتأيض إلا إذا أخذت البذرة أكسيجينا ولكنها لاتتغير فى الكمية أثنـاء التجفيـف والمهاجمـة بالكائنـات الدقيقة.

التغيرات أثناء التجفيف
changes during drying

التفاعلات أثناء التجفيف هـى إستكمال لأكسـدة التخمر وهى مهمة للجودة. وعديد الفينـول يتأكسد بالأكسجين نفسه ويعطى كيتونات يحـدث لها بلمرة

لإعطاء منتجات بنية/مسمرة. والأكسدة تحدث ببقايا نشاطات أكسيداز عديد الفينول ولكن نظراً لأن الـ $ج_{يد}$ الأمثل هو ٦، وفى البذور الحمضية ($ج_{يد}$ ٤,٠ – ٥,٠) يضعف الإسمرار/البنية أثناء التجفيف. وعند $ج_{يد}$ > ٧,٠ تتأكسد عديد الفينولات بأكسدة غير إنزيمية وبهذا فإن بذرة الكاكاو تتحول بسهولة إلى اللون البنى الأسمر معطية مظهراً غير صحيح فى إختبار القطع بأنها بذور كاكاو متخمرة تماماً. ولما كان التحول البنى/الأسمر الإنزيمى يتطلب تركيزاً عالياً للأكسجين فإن التحول البنى/الأسمر لايأخذ مكانه قبل التجفيف. ويتبع أكسدة عديد الفينول وبلمرة الكيتون نقص فى النكهة القابضة والتى ترجع إلى الخواص التانينية للكاتيكينات واللوكوسيانيدينات خاصة الثنائية dimers. فالأكسدة والبلمرة تنقل هذه الفلافونويدات الأحادية والبضع (مرات) oligomeric إلى مبلمرات غير قابضة بنية/سمراء ومدى هذه البلمرة يحدده رقم $ج_{يد}$ الكسرات nibs ونفاذية الصدفة/البشرة للأكسجين وهدم الأقسام تحت الخلوية. وتقريباً لون بذور الكاكاو الخام لها صلة بالإنقباض astringency والبذور الاردوازية slaty يكون لها مذاق قابض بينما البذور البنية السمراء وخاصة البذور فوق المتخمرة عديمة المذاق. ومدى تفاعل البنية/الإسمرار يؤثر على بقية بروتينات البذرة فالأحماض الأمينية الحرة ومجموعات السلفهيدريل فى البروتينات تتفاعل مع الكيتونات وبذا فهى تساهم فى إنتاج بوليمرات بنية وكذلك الأحماض الأمينية والبضع ببتيدات أقل تفاعلاً ولكنها تساهم فى تكوين منتجات مايارد أثناء التجفيف. والتفاعل التلقائى للبروتينات والكيتونات مسئول أيضاً عن التأثير السمى للكيتونات على البكتيريا والفطر. وعلى ذلك فإن فوق التخمر يُكبِّح أثناء تفاعل البنية/الإسمرار خلال التجفيف وعلى ذلك فإن البوليمرات الناتجة ليست سامة ولاتؤثر على نمو الكائنات الدقيقة على بذور الكاكاو الخام أثناء التخزين وخاصة على البذور البنية/السمراء.

الكائنات الحية الدقيقة microbiology

عند بدء التخمر فإن $ج_{يد}$ المنخفض ومحتوى السكر العالى فى اللب يسمح بتخمر غير هوائى بواسطة الخميرة وبكتيريا حمض اللاكتيك. وحجم مجموعة بكتريا حمض اللاكتيك أقل ويُكبَّح أكثر عندما تصبح بكتيريا حمض الخليك نشطة بعد إستنفاذ سكريات اللب.

وقد عزل ٣٠ نوع من ١٣ جنس من الخميرة بعضها له نشاط بكتوليتى ويفيد فى تصفية اللب وقد عزلت لاكتوباسيلى متجانسة التخمر وكذلك متغايرة التخمر homo- and heterofermentative. وعدد من الأنواع من جنس *Acetobacter* يمكنها أكسدة الايثانول إلى حمض خليك وأكسدة حمض الخليك نفسه وقد وجدت *Gluconobacter* spp. وحجم هذه المجموعات يتناسب مع كمية المنتجات (إيثانول ، حمض لاكتيك وحمض خليك) ولكن الأنواع المختلفة تبين إختلاف مادة التفاعل ومتطلبات التخصص وإختلاف درجة الحرارة و $ج_{يد}$.

والمرحلة الأخيرة الهوائية لتخمر اللب تتميز بتقدم وسيادة البكتيريا المحبة للهواء. وهناك ١٤ نوعاً من جنس الـ *Bacillus* قد عزلت وهي جزئياً غير هوائية إختيارياً. وهي غالباً تساهم بزيادة نفاذية القشرة/الصدفة وبعد ذلك في فوق التخمر كانت البكتريا *Bacillus stearothermophilus*، *B. subtilis*، *B. licheniformis*، *B. circulans* و *Streptococcus thermophilus* سائدة. وأنواع مثل *B. megaterium*، *B. subtilis*، *B. coagulans*، *B. cereus*، *B. polymyxa* أو *Enterobacter aerogenes* عزلت وهي تؤيض الأحماض الكربونية والبروتينات والأحماض الأمينية معطية أحماضاً دهنية منخفضة الوزن الجزيئي. وزادت أحماض البروبيونيك والبيوتريك والأيزوفاليريك بنسبة ٠,١ – ١,٠٪ من الوزن الجاف في بذور الكاكاو فوق المتخمرة في حين أن بذور المقارنة زادت ٠,٠٢٪ فقط. وهذا يبين بشدة تكسر الأحماض الأمينية بكتيرياً (وسلف النكهة) أثناء فوق التخمر.

وعدد من خيوط الفطر تتكون على البذور في مكان مهوى جيداً خاصة عندما تكون أقل حموضة وأكثر تهوية أثناء المراحل الأخيرة بعد زيادة كبيرة في ج يد. وقد تتطور أكثر أثناء التجفيف عندما تكون الرطوبة عالية والفطر المحب للجفاف xerophilic مثل *Aspergillus fumigatus*، *A. glaucus*، *Penicillium* spp.، *Mucor* sp.، *Paecilomyces* sp.، *Geotrichum* sp. وجدت في الأطوار الأخيرة من التخمر كما وجدت أيضاً في بذور الكاكاو الخام المخزون.

سلف النكهة flavor precursor

يتكون السلف أثناء التخمر والتجفيف وتتعرض لتفاعلات مايارد وبالتحميض. والخلاصات الميثانولية من بذور الكاكاو الخام تظهر عبير الكاكاو وعند التحميص. وقد وجد أن السكريات والأحماض الأمينية وبضع الببتيدات في المستخلصات المجزأة ضرورية ولايوجد أتفاق على أهمية الفلافونويدات كسلف مباشر لعبير الكاكاو ولكنها تساهم في النكهة وقد وجد أنها تعزز عبير الكاكاو.

ولما كان ترتيب الأحماض الأمينية في الببتيدات البروتيولوتية تنتج عن بروتينات خاصة وعن تخصص البروتيوزات فإن الببتيدات ضمن سلف الأروما قد تكون مسئولة عن تخصص الثبات في عبير الكاكاو. وعدد كبير من بضع الببتيدات في الكاكاو المتخمر قد وجد أنه يختلف في التكوين ويتوقف ذلك على الحموضة في البذور أثناء التخمر. وتكوين الأحماض الأمينية الحرة في الكاكاو المتخمر متميز فتسود الأحماض الأمينية الكارهة للماء (لوسين، الأنين، فينيل الانين) والتيروسين (الجدول ٢). أما مشتقات الفينيل الانين فهي متطايرة بعد التحميص. وتفاعل الكيتونات مع الأحماض الأمينية أو الببتيدات أثناء التجفيف فهو لازال موضع التساؤل في تكوين العبير. وبعكس الأحماض الأمينية فإن الجلوكوز والفركتوز تستهلك إلى درجة كبيرة أثناء التحميص (حتى ٩٠٪). وعلى ذلك فإن كميات صغيرة من السكريات التي قد تنتج من حلمأة الأنثوسيانينات أو البروتينات الكربوايدراتية قد تكون مهمة. وبضع الببتيدات

والثيوبرومين هى سلف للنكهة فى أثناء التحميص فالأحماض الأمينية النهائية -ن لعدة ببتيدات كارهة للماء تنتج ثنائى كيتوبيبرازينات diketopiperazines والتى تعطى 'لمذاق المر للكاكاو فى معقد ١ : ٢ مع الثيوبرومين. ولايوجد أى معلومات عن دور الأحماض فى سلف النكهة إلا أنها عندما توجد فى تركيزات عالية وتكون ناتجة من التخمر فإنه يعتقد أنها تنقص من إنطباع عبير الكاكاو.

كيمياء عمليات التصنيع
chemistry of manufacturing processes

نكهة الكاكاو معقدة كيماوياً حيث أنها تنتج من التخمر والتحميص ونكهة الشكولاتة السادة محورة ولكنها كيماوياً شبيهة جداً بالكاكاو فنكهة منتجات الكاكاو والشكولاتة مؤسسة على عدد كبير من مكونات العبير المتطايرة وتفاعلاتها مع المكونات غير المتطايرة والتى تؤثر على المذاق وعلى المميزات الملموسة.

❖ تطوير نكهة الكاكاو
cocoa flavor development

• نكهة الكاكاو غير المحمص
flavor of unroasted cocoa

الكاكاو الخام له مذاق حمضى ولكن عبير فاتر flat مميز. ونتيجة لعملية التخمير فإنها تحتوى على سلف العبير؛ أساساً أحماض أمينية حرة وسكريات أحادية مع منتجات تفاعلها الأول (مركبات أمادورى Amadori compounds) وببتيدات وفلافونات أحادية monomeric وميثيل زانثينات methylxanthines. ومكونات العبير تم تطورها فى تفاعل مايارد Maillard أثناء تجفيف البذور المختمرة أو أمتصت من لب الفاكهة. والمواد المتطايرة الأساسية فى تركيز ٠,١-٠,١ مجم/كجم هى ألدهيدات (منتجة من خلال تهدم شتركر Strecker degradation) وكحولات وخلات وأحماض والتى تأتى من الفالين واللوسين والأيسولوسين والفينيل ألانين (الجدول ٣). ويتكون رابع ميثيل بيرازين بواسطة الكائنات الدقيقة. والكاكاو ذو الدرجة الخاصة فى النكهة يعطى عبيراً مزهراً flowery ويشبه الشاى ويحتوى تركيزات مهمة (٠,٥ - ٢مجم/كجم) من اللينالول linalool والتربينويدات terpenoids الأخرى والتى تساهم فى هذه السمة المميزة note فى حين أن الكاكاو الأساسى يحمل نكهة داخلية أساسية ومع ذلك تركيزات اللينالول فيه منخفضة جداً. والحموضة الحادة فى الكاكاو الطازج تأتى من حمض الخليك والإنقباض astringency والمرارة تأتى من عديد الفينول الذائب (أساساً إيبى كاتيكين epicathechin) ومن التانينات والثيوبرومين والكافيين. والنكهة المدخنة - وهو عيب فى النكهة فى بعض الكاكاو - تنتج عن إمتصاص الفينولات الطيارة من دخان الخشب المستخدم فى التجفيف.

• التحميص وتكوين العبير
roasting and aroma formation

كل عبير الكاكاو يتكون بالتحميص بإنتباه للبذور المتخمرة والمجففة على درجات حرارة مابين ١٢٠ - ١٤٠°م. وبإستخدام التقنية الحديثة يمكن أن يتم

تحميص الكاكاو على درجات مختلفة من الجسيمات مثل البذور الكاملة أو المكسرات nibs - وهي بذور مكسرة ومطحونة بخشونة - أو ككتلة كاكاو سائلة والتي تنتج بطحن دقيق الكاكاو وتسييله داخل دهنه. وتحميص الجسيمات الصغيرة له ميزة تحميص مضبوط أكثر وإستنفاذ جزئي لحمض الخليك المتوفر مع خفض في وقت التحميص (البذور حوالي ٣٠ق والمكسرات nibs ٢٠ق والكتلة السائلة ٢ق). وحيث أن شدة وجودة عبير الكاكاو تزداد مع نقصان محتوى الماء الأصلي أثناء التحميص فإن المُحَمِصَات الحديثة تقسم إلى ماقبل التجفيف predrying ومناطق التحميص الحقيقي.

الجدول (٣): مكونات العبير في الكاكاو غير المحمص وبعض إسلافها.

أحماض	كربونيلات	كحولات	تربينات
خليك	أسيتون	٢-ميثيل بروبانول (فالين)	لينالول
٢-ميثيل بروبيونيك (فالين)	٣،٢-بيوتانديون	٣-ميثيل بيوتانول (لوسين)	أكسيدات لينالول
٣-ميثيل بيوتانويك (لوسين)	أسيتوفينون	٢-ميثيل بيوتانول (ايسولوسين)	
٢-ميثيل بيوتانويك (ايسولوسين)	ثنائي اميدو ايدروكسي مالتول	كحول بنزايل (فينيل ألانين)	
بنزويك (فينيل ألانين)		٢-فينيل ايثانول (فينيل ألانين)	
فينيل خليك (فينيل ألانين)		خلات	
ألدهيدات	مركبات حلقية متغايرة	خلات-٢-ميثيل بروبايل (فالين)	
٢-ميثيل بروبانول (فالين)	رابع ميثيل بيرازين	خلات-٣-ميثيل بيوتايل (لوسين)	
٣-ميثيل بيوتانال (لوسين)	٢-أسيتيل بيرول	خلات-٢-ميثيل بيوتايل (ايسولوسين)	
٢-ميثيل بيوتانال (ايسولوسين)		خلات البنزايل (فينيل ألانين)	
بنزالدهايد (فينيل ألانين)		٢-خلات فينيثايل (فينيل ألانين)	
فينيل استيالدهايد (فينيل ألانين)			

وقد تم فصل ٥٠٠ مركب في عبير الكاكاو ومعظمها تم التعرف عليها - وإن كان مؤقتاً فقط - وهناك عدد كبير من الكربونيلات والمركبات الحلقية المتغايرة. ومعظم مجموعات الكربونيل هي أحماض واسترات (كل منها حوالي ٥٠ مركباً) وكحولات وألدهيدات وكيتونات (كل منها مابين ٣٠ - ٤٠ مشتقاً). وأهم المركبات الحلقية المتغايرة البيرازينات والتشينوكساليات chinoxalines (معا حوالي ٨٠ مركباً) وفيورانات وبيرونات ولاكتونات (معاً حوالي ٤٠ مركباً) وثنائي كيتوبيبرازينات وفينولات وبيرولات وأوكسازولات (كل مجموعة حوالي ١٠ مركبات). وكنتيجة لتفاعل مايارد فإن

البيرازينــات والبــيرولات والفينيــل أســيتالدهايد والفينيل الك-٢-اينــالات phenylalk-2-enals والبيرونات والفيورانونات والفيورانــات تزيــد أثنــاء تحميـص الكاكـاو بينمــا الكحــولات والأســترات والأحماض تبقى غير متغيرة تقريباً.

وتنتج الألدهيـدات البسـيطة مـن تكسـر شـتركر Strecker للأحمــاض الأمينيــة الحــرة وخواصـها المباشرة فـى النكهة غير لافتة للنظر ولكنها تعمـل كمفاعلات هامـة جـداً. وبعـض الفينيـل الـك-٢-اينالات phenylalk-2-enals تولد خـلال تكثيف الألدول، وعلى سبيل المثال تحمل رائحة مزهـرة تذكـر بالكـاد الشـكولاتة أو الكاكـاو. وكثـير مـن البيرازينـــات مـــع مختلـــف الإشـــتقاقات والتشينوكســالينات chinoxalines والتــى لهـــا خواص النكهة المرغوبة تساهم فـى سمـة التحميص المميزة. وقـد وجـد أن الميثيـل بيرازينـات تتكـون أثنـاء التحميـص تبعـاً لمعـدل معين يتوقـف علـى الاســتبدال substitution. وبعـــض البيرونـــات والفيورانونات تنتج من تكسير السكريات الأحادية وتصل إلى تركيزات يمكـن ملاحظتها فى الكاكـاو المحمـص. وثنــائى أيدروأيدروكســى المــاليتول dihydrohydroxymaltol والأيدروكسى مـالتول والفيورانول والسيكلوتين لها أهمية كبرى فـى شـدة العبير لأنـها تحمـل مـذاق الكـارامل ولهـا خـواص تعزيزية. ومما يميز عبـير الكاكـاو مشـتقات الفينيـل الغزيرة والتى تنتج عـن الفينيل ألانين وتساهم فـى الصبغة المميزة الحلـوة الشديدة العطرية. وبجـانب عمل تفاعل مايارد فإن عـدة من المـواد المتطايرة تنتج خلال التحليل الحرارى للمواد غير المتطـايرة مثل الثيازولات من الثيـامين ، والـ ١،٢-بنزينيديول 1,2-benzenediol مـن الإيبـى كـاتيكين وثنـائى الكيتوبيبريزينات من الببتيـدات. والحـرارة الشـديدة للكاكاو المحمص هى مُسَبِّبَة عن مركبات مثل ثنائى كيتوبيبرازينات مع الثيوبرومـين والكـافيين. وبزيـادة وقت التحميص فإن السكريات الأحادية تتفاعل إلى حوالى ٦٠٪ والأحماض الأمينية الحـرة إلى حـوالى ٢٠٪ فقط . ولذا فإنه فى عـدة من المُحَمِصَات فإن المكســـرات nibs أو الكتــل masses تعـــامل بمحـــاليل ســكر مائيـــة لزيـــادة تركـــيز ســـلف الكربوايدرات وتحسين إتاء العبير.

• تغيرات النكهة المتأثرة بالتقنية
technologically influenced flavor changes

مكسرات nibs الكاكـاو وكتلتـه mass هـى مـواد نصف مصنعة وتستخدم فى إنتاج مسحوق الكاكاو أو زبـدة الكاكـاو أو كتلـة الشـكولاتة. ونكهـة الكاكـاو تتحـور وتتحسـن بالمعاملــة التاليــة أساســاً بقلويــة المكسرات أو إزالة الغازات من كتلة الكاكاو أو تنعيم كتل الشكولاتة conching.

تنعيم الشكولاتــة conching of chocolate:
تحويـل نكهـة الكاكـاو المـرة إلى نكهـة الشـكولاتة الدقيقة يحدث فى المنعم conche وهناك مخلـوط من كتلـة الكاكـاو والسكر وزبدة الكاكـاو ومسـحوق اللـبن بـها (لإنتـاج شـكولاتة اللـبن) يطحـن بدقــة ويقلب بشدة ويعامل لمدة ٨ – ٣٦ ساعة علـى ٥٠ – ٧٥°م. وبجـانب تحسين العبـير فـإن هـذه العمليـة تعطى التلازج المرغـوب إلى الشكولاتة بتغطيـة كـل الجسيمات الصلبة بالدهن. والعبير والتلازج مهمان

لنكهة المنتجات النهائية. وهناك مهمتان رئيسيتان للمنعم conche: إزالة الغازات والمعاملة الميكانيكية-الحرارية لكتلة الشكولاتة. وتزال المواد المتطايرة على درجات حرارة منخفضة مع البخار. وتنخفض نسبة أحماض الخليك والبروبيونيك والأيزوبيوتريك والأيزوفاليريك بنسبة ٣٠٪. وحوالى ٢٠ – ٤٠٪ من مركبات العبير غير المعينة مثل الألدهيدات والكحولات وكذلك المواد الهادمة للعبير مثل الفينولات المتطايرة تزال أيضاً. وبالتالى فإن العبير المثالى والمتطاير قليلاً يصبح أكثر ظهوراً.

ولكن الزمن الطويل الذى يحتاجه تحسن العبير يقترح تفاعلات كيماوية أخرى تتقدم ببطء. ويحدث نقص بسيط (مابين صفر – ١٠٪) فى الأحماض الأمينية الحرة وكذلك نقص فى الفيورانات والبيرونات والتى لها تفاعل كيماوى عال. ولم يمكن التعرف على نواتج التفاعل. ويحدث إمتصاص الأكسجين أثناء التنعيم ولكن لايحدث تغيير فى عديد الفينولات ويحدث تغيير فى عديد الفينولات الذائبة – حتى الآن. وظاهرة الإمتصاص لمواد العبير على سطح جسيمات كتلة الشكولاتة غير المتجانسة من دهن وأجزاء خالية من الدهن لها تأثير كبير على النكهة.

معاملة الطبقة الدقيقة لكتلة الكاكاو thin-layer treatment of cocoa mass: فى المعاملة الحديثة للشكولاتة فإن سائل الكاكاو يزال منه الغاز قبل الوضع فى وصفة الشكولاتة. وبإستخدام أجهزة خاصة فإن إزالة الغازات يمكن أن تتم بكفاءة أكثر عن المنعم conche فمبخرات الطبقة الرفيعة thin-layer vaporizers يمكن إستخدامها وهى تقصر وقت التنعيم جداً. وظروف العملية يجب تنظيمها مع جودة سائل الكاكاو بحيث أن العبير القيم لايزال مع المواد المتطايرة غير المعروفة وبذا يصبح مذاق المنتج منعدماً وخفض ١٠ – ٣٠٪ فى الأحماض والمركبات ذات نقطة الغليان المنخفض يبدو أنه مثالى.

جعل الكاكاو قلوياً alkalization of cocoa: وهو يعرف بـ "الدتشنج dutching" الذى يستعمل أساساً لزيادة شدة اللون ولتحوير النكهة ولتحسين تشتت مسحوق الكاكاو فى الماء أو اللبن. ففى هذه العملية البذور أو المكسرات nibs أو الكتلة تعامل بمحاليل أو معلقات من القلوى وعادة كربونات البوتاسيوم أو الصوديوم وأحياناً أيدروكسيداتها أو الأمونيا. وأقصى مايمكن إستخدامه المسموح به هو ٢,٥ – ٣ أجزاء من كربونات البوتاسيوم (أو القلوى المكافىء) لكل ١٠٠ جزء من الكاكاو. ورقم $جيد$ للكاكاو الطبيعى حوالى ٥,٥ بينما $جيد$ كاكاو عملية الدتش Dutch يقع مابين ٦,٨ ، ٨,٠.

وتغيرات اللون والنكهة أثناء عملية جعل القلوية تبنى أساساً على تحويرات فى المواد عديدة الفينول فعملية الدتش Dutch ينتج عنها نكهة أخف ومتغيرة ولون أغمق. وتحت ظروف قاعدية فإن الفلافونويدات الوحيدة monomeric الذائبة (أساساً إيبى كاتيكين) تؤكسد وتتكثف لإعطاء مبلر التانينات والفلوبافينات phlobaphenes وتتكون صبغات حمراء وبنية/سمراء وينقص الإنقباض

astringency. والتغيرات داخل المركب المتطاير هى تكسر المركبات الحلقية المتطايرة المحتوية علــى الأكسـجين (الفيورانـــات والفيورانونــات والبيرونات) وتوليد مكثف لـ ١، ٢-بنزينديول 1,2-benzenediol من الإيبـى كـاتيكين وتفـاعلات كيماويـة مـن المركبـات الأمينيـة ومعادلـة جزئيـة للأحماض.

تحليل عبير الكاكاو cocoa aroma analysis

إن المركبات المتطـايرة - حـوالى ٥٠٠ أو نحوها - للعبير توجد فقط فى ميللى أو ميكروجرام لكل كيلو جرام وهى مذابة فـى الطـور الدهنـى أو مرتبطـة فيزيقياً إلى شبكة غير متجانسة من مكونات لها قطبية مختلفة. وتقنية العزل والتغنية ضروريتان للحصـول علـى مـواد النكهـة المتطـايرة بـتركيزات عاليـة وللوصول إلى ذلك تستخدم طرق تقطير و/أو تقنية الحيز العلـوى و/أو الإسـتخلاص أو إرتباطـات مـن هذه التقنيات. وفصل المواد المتطايرة يتم بواسـطة كروماتوجرافيـا الغـــاز الشـعرية ك.غ.ش GC أو كروماتوجرافيـا السـائل عاليـــة الأداء ك.س.ع.أ HPLC.

العزل والتقنيات التحليلية
isolation & analytical techniques

الإستخلاص extraction: تقنيات الإستخلاص لها عدة عيـوب (تسـتغرق وقتـاً وربمـا أدخلـت مـواداً) ولكـن لهـا ميزة أنها تعـزل المـواد المتطـايرة كمياً بغض النظـر عـن نقـاط غليانها. وعـادة الكاكاو ينزع دهنه بواسطة الإيثير البترولى petroleum ether والمتبقى يستخلص بمذيـب قطبـى مثـل المـاء أو الإيثانول أو الأسيتونيتريل أو إيثير الإيثايل أو ثانى أكسيد كربون تحت الحـرج. وبواسطة الإستخلاص فإن مركبات عالية درجة حرارة الغليان خاصة عزلت مـن الكاكـاو: ثنـائى كيتوبيبرازينـات والبـيرون والأمينـات والأميـدات والأحمـاض الأروماتيـة والفينولات (هذه المركبات أساساً للفصل بـ ك.غ.ش GC) والثيوبرومـين والكـافيين والفلافونويـدات الوحيـدة monomeric (للقيـاس بــ ك.س.ع.أ HPLC).

التقطير distillation: معظم المـواد المتطـايرة فـى العبير عزلـت مـن الكاكـاو بواسـطة التقطـير (تقطـير بخـارى، تكثيـف فـى الفـراغ، تقطـير بخـارى-إسـتخلاص مـتزامن (ق.خ.ز SDE)، تغنيـة الحـيز العلـوى). والشـوائب غـير المتطـايرة يمكـن تجنبـها بهذه الطريقة وخطـوة إزالة الدهـن ليست ضرورية، ولكـن تفقـد مركبـات عاليـة درجـة الغليـان جزئيـاً ويجـب أن يكـون الشخص منتبهاً لتفـاعلات ممكـن حدوثها أثناء المعاملة الحرارية.

والمقطرات المائية عـادة تستخلص بكميات صغيرة من إيثير الإيثايل لإجراء ك.غ.ش GC أو قد تحقـن مباشرة فى نظام ك.س.ع.أ HPLC).

والجدول (٤) يعطـى المـواد المتطايرة فـى الكاكـاو المحمـص وكروماتوجرامـات النكهـة مـن الكاكـاو المختلف متشابهة ولكـن التوزيع الكمـى للمكونات وكمياتـها يختلـف كثـيراً مــع الأصـل والتخمـر والتجفيف والتحميص وإزالة الغازات وجعـل الوسط قلوياً و/أو التنعيم conching. ومقطـرات الشكولاتة تحتوى مركبات متشابهة فى تركيزات أقل وتوزيعات متغيرة.

جدول (٤): بعض المركبات التي تم التعرف عليها في مستخلصات الكاكاو المحمص: مدى التركيز (مجم/كجم: ١ = <٠,١ ؛ ٢ = ٠,١-٠,٥ ؛ ٣ = ٠,٥-٢ ؛ ٤ = ٢-١٠ ؛ ٥ = >١٠. زمن الاحتفاظ لكروماتوجرافيا الغاز على عمود د،ب-شمع شعري D,B-wax capillary column.

المركب	مدى التركيز	المركب	مدى التركيز
٣-ميثيل بيوتانال	٤	فينيل استيالدهيد	٤
٢-٣-بيوتانديون	٣	استوفينون	٣
٣-ميثيل-بيوتان-١-أو	٤	كحول الفيرفيوريل	١
3-methyl-butan-1-oe		١-فينيل ايثانول	١
اسيتون	٢	٢-خلات الفينيل ايثيل	٢
٢-ميثيل بيرازين	٣	٢-ايدروكسي-٣-ميثيل-٢-بنتين حلقي-١-one(سيكلوتين)	٢
٥،٢-ثنائي ميثيل بيرازين	٣	جواياكول	١
٦،٢-ثنائي ميثيل بيرازين	٢	كحول بنزايل	٢
٢-ايثيل بيرازين	١	٢-فينيل ايثانول	٣
٣،٢-ثنائي ميثيل بيرازين	٢	٢-فينيل بيوت-٢-اينال	٣
ميثيل ثلاثي ثيوميثان	١	٢-فينيثيلامين	٢
٢-ايثيل-٥-ميثيل بيرازين	٢	٢-استيل بيرول	٣
٢-ايثيل-٣-ميثيل بيرازين	٢	٤-ميثيل-٢-فينيل بنت-٢-اينال	٢
حمض خليك	٥	فينول	١
ثلاثي ميثيل بيرازين	٣	٣-ايدروكسي-٢-ميثيل-٤-بيرون (مالتول)	٢
اكسيد لينالول (سيس-فيورانويد)	١	٤-ايدروكسي-٢،٥-ثنائي ميثيل-٣-(٢يد) فيورانون (فيورانول)	٣
٥،٢-ثنائي ميثيل-٣-ايثيل بيرازين	٢	٥-ميثيل-٢-فينيل هكس-٢-اينال	٣
٢-فيرفيورال	٢	٢-بيروليكاربالدهايد	٢
اكسيد لينالول (ترانس-فيورانويد)	١	٥-ميثيل-٢-بيروليكاربالدهايد	٢
رابع ميثيل بيرازين	٤	٣،٢-ثنائي ايدرو-٥،٣-ثنائي ايدروكسي-٦-ميثيل-٤-بيرون	٤
بيرول	١	(ثنائي ايدروايدروكسي مالتول)	
بنزالدهيد	٣	٣-٥-ثنائي ايدروكسي-٦-ميثيل-٤-بيرون (ايدروكسي مالتول)	٢
لينالول	٢	٥-(٢-ايدروكسي ايثيل)-٤-ميثيل ثيازول	٣
٢-٥-ثنائي ايثيل-٣-ميثيل بيرازين	١	١،٢-بنزين ديول	٣
٥-ميثيل-٢-فيرفيورال	١	حمض بنزويك	٢
٣-ميثيل حمض بيوتانويك	٥	٢-فينيل حمض الخليك	٤
		٢-فينيل استامايد	٤

تحليل المركبات المفاتيح
analysis of key compounds
بيانات تحليلية موضوعية ضرورية لإراحة مراقبة الجودة الصناعية من الإختبارات الحسية المستنفدة للوقت ولهذا السبب فإن دلائل مناسبة يحتاج إليها الأمر لتقدير النكهة. وتركيز هذه المركبات يمكن أن يرتبط correlated مع خاصية نكهة الكاكاو. ويتبع عدة أمثلة من مركبات مبينة لعبير الكاكاو ومع طرق مناسبة لتقديرها (ك.غ.ش GC ، ك.س.ع.أ HPLC، ش.ب ultraviolet detector UV ومحدد كهروكيماوى (ح.ك.ك ELCD) : درجة التخمر إيبى كاتيكين (ك.س.ع.أ-ح.ك.ك -HPLC ELCD)، رابع ميثيل بيرازين (ك.غ.ش أو ك.س.ع.أ-ش.ب GC or HPLC-UV)، كاكاو درجة النكهة - لينالول (ك.غ.ش GC)، شدة التحميص - نسب ٢,٥-ثنائى ميثيل إلى رابع ميثيل بيرازين أو ثلاثى ميثيل إلى رابع ميثيل بيرازين (ك.غ.ش GC أو ك.س.ع.أ - ش.ب HPLC-UV) ونسبة ٥ ميثيل-٢فينيل-هكس-٢-إينال 5-methyl-2-phenyl-hex-2-enal إلى ٢-فينيل إيثانول (ك.غ.ش GC)، ثنائى أيدروايدروكسى مالتول (ك.غ.ش أو ك.س.ع.أ-ح.ك.ك-ش.ب GC or HPLC-ELCD-UV)، شدة إزالة الغاز من كتل الكاكاو-٣-ميثيل بيوتانال (الحيز العلوى ك.غ.ش GC). وكل المركبات فيما عدا الإيبى كاتيكين وال ٣-ميثيل بيوتانال يمكن عزلها بالتقطير البخارى.

التقدير الحسى sensory evaluation

إختبار بروفيل النكهة the flavor profile test: شدة الخواص المعينة تلاحظ وتقدر. ويستخدم تقدير يعبر عن النكهة والقوام بأرقام. وبعض خواص كتلة الكاكاو هى: خام ، حامضى، ملىء بالنكهة، مر مرارة الكاكاو، محروق/مر، قابض، مذاق غير مرغوب (مطبوخ، فطرى، ممرض، هام، كيماوى، ....الخ). وبجانب ذلك فإن بعض أوصاف الشكولاتة السادة هى حلاوة ، عطرية، شدة الكاكاو، متجانسة harmonic مصرة persistent، كارامل، فانيليا، مذاق غير مرغوب (ورق مقوى، معدنى، زنخ ...الخ). والشدة تتراوح مابين صفر - ٤، غائب: يكاد يحس به، ضعيف، متوسط، قوى. وأوصاف القوام هى ملتصق/أملس/ناعم صرف neat، خشن/ناعم، جاف/لين mellow، مطقطق snappy/ناعم معتدل.

إختبارات الإختلاف difference tests: هذه إختبارات أفضلية لمقارنة العينة ضد مقارن control. وهى فى أبسط أشكالها إختبار مزدوج paired test أو مع تكرار إحدى العينات إختبار ثلاثى triangular. والأفضليات وشدة الإنحرافات تسجل والإختبارات الثلاثية تستخدم لمراقبة العينات التى لها إنحرافات بسيطة من القياس.

إختبار القياس scoring test: يستخدم فى مراقبة جودة الإنتاج وفى تقدير عينات شكولاتة بعد فترات التخزين فى ظروف مختلفة.

تقدير الإحساس: ٩-٧، مثالي لجيد ؛ ٦-٤، مرضى إلى كافٍ ؛ ٣-١ ناقص إلى غير مرضى.

طرق التذوق tasting methods: كتل الكاكاو الصلبة تقطع وتذاق بملعقة. ومسحوق الكاكاو يعلق فى ١٠٪ ماء دافىء والشكولاتة السادة تكسر إلى قطع وتذاق.

(Macrae)

الإنتاج والمنتجات والإستخدام
production, products & uses

كلمة الكاكاو تستخدم هنا لتشمل المنتجات النهائية (مساحيق الكاكاو والشكولاتة) والمنتج شبه النهائى (بذور الكاكاو الخام) والبذور الأساسية فى القرون على الشجر.

عملية التخمر

الطرق المختلفة لتخمر الكاكاو هى طرق تطورت من التقليديات المحلية فى البلاد التى تنتج الكاكاو. فهناك تخمر "الكومة heap" وتخمر "الصندوق box" وفى الحالتين فإن القرون الناضجة تحصد وتفتح القشور husks بقطع من الخشب وتزال البذور المبتلة من القشور "المشيمة" والكل يجمع للنقل وتزال البذور الغريبة والسوداء والمعدية أو المتجمعة والمواد الأجنبية. وتكوم البذور المبلولة فى أكوام أو صناديق لها محتواها المختلف وتسمح "للعرق" أن يصفى من القاع ويمكن أن يخلط الكاكاو بتقليبه من أسفل إلى أعلا ومن الجانبين ويغطى الكاكاو المبتل بأوراق الموز أو أكياس الجوت وتترك لمدة ٥ - ٧ أيام وتقلب فقط كل ٢٤ أو ٤٨ أو ٧٢ ساعة أو بعد وقت معين بعد تقدير المظهر والرائحة وينقل الكاكاو المتخمر إلى مجفف.

تخمر الأكوام heap fermentation: يحضر الكوم فى الخارج على أوراق الموز الموضوعة على عصيان خشبية لتسمح بالتصفية. ويغطى الكاكاو بأوراق الموز أيضاً بطى النهايات الطرفية بحيث يمنع المطر. وتختلف كمية الكاكاو المبتل من ٨٠ - ١٠٠٠ كجم على المحصول. ونظراً لشكل الكومة المسطح والمخروطى بالنسبة للصناديق فإن طبقة القاع وطبقة السطح كبيرتان مما يسمح بالتهوية والتبريد. وبذا فإن تقليباً واحداً بعد ٤٨ ساعة يجب أن يجرى. وأعلا درجة حرارة توجد على ٥سم تحت السطح.

تخمر الصندوق box fermentation: توضع الصناديق تحت الأسطح وتعمل من أشياء محلية وقيعانها وأحياناً جوانبها تخرم لتسمح بالتصفية. وفى المزارع الكبيرة فإن المُخَمِر fermentary يتكون من بطاريات من عدة صناديق مفتوحة (١,٠ × ١,٠ × ١,٠م) وهذا يسهل التقليب من صندوق لآخر. والصناديق الطويلة (مثل ١٠م فى الطول) يمكن تقسيمها. ويتوقف على المحصول فإن الكاكاو يملأ إلى ١٠٠ سم فى العمق وإذا قورنت أكوام متوسطة (حوالى ٥٠ - ٨٠سم أعلا قيمة) فإن الصندوق العميق (١٠٠سم) يتطلب وقتاً أطول للتخمر بسبب نقص التهوية (تكاد تكون من القمة فقط). وفى ماليزيا أدخلت الصناديق الضحلة للتغلب على

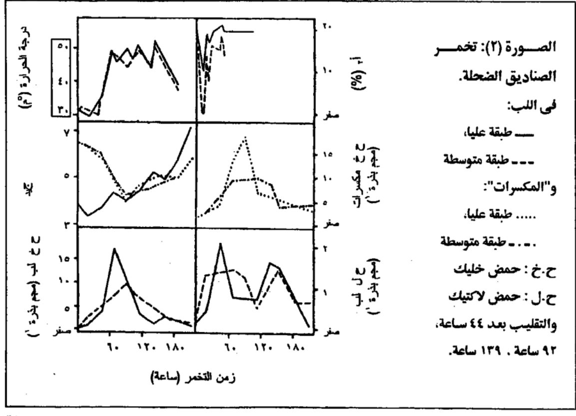
التجانس فتستعمل سلسلة من الصناديق الضحلة فى المزارع الكبيرة وكل منها لها سعة عدة أطنان ولكن الإرتفاع لايزيد على ٣٥سم. ويمكن تقسيمها رأسياً أو عرضياً لتحسين التهوية ولكن الكاكاو لايمكن تقليبه ويتكون نمو فطرى قرب الأركان الباردة. وهناك براميل دوارة بها ثغور للتهوية مع بعض الطرق للخلط الجيد أثناء الدوران الخفيف يسمح بتخمر متجانس. والتهوية وفقد اللب وتبخر الماء تزيد جوهرياً بالتقليب الكثير.

تقدم التخمر

تقدم التخمر يتميز بتغيرات مرئية وتغيرات فى الرائحة وأهمها تغيرات لون وتجمع نسغ أحمر فى البذور تحت القشرة كما أن المظهر الداخلى للبذور المجففة يبين تقدم التخمر فتظهر البذور إردوازية مادامت الأنثوسيانينات لم تطلق من خلايا تخزينها الكاملة وبعد موت الخلايا فإنها تجف إلى بذور ضامة compact لونها بنفسجى مع القشرة ملتصقة بقوة بالمكسرات nibs وعندما يتم التخمر فإن "المكسرات" تتحول إلى البنية/الإسمرار والبذور تحتفظ بإمتلائها plump وتركيب به ثغور مع قشرة مفككة وهذا هو المطلوب. وبعد تكسير القرون فإن الكاكاو المبتل يلقح بجراثيم من كائنات حية منتشرة يحملها الهواء ويحدث التخمر فى أربعة أطوار (١ – ٤ صورة ٢).

١– اللب: فى اللب المخاطى الحامضى (جيد ٣,٥–٤) يبتدىء مباشرة أيض الكائنات غير الهوائى للسكر وفى الأول يسود التخمر الكحولى على التخمر اللاكتيكى ويصفى اللب وينتج ثانى أكسيد كربون الذى يحل محل الهواء فى الصندوق.

البذور: معظم البذور فى هذه المرحلة تكون لازالت حية (إختبار الإنبات).



الصورة (٢): تخمر الصناديق الضحلة.
فى اللب:
ــــ طبقة عليا،
ـ ـ ـ طبقة متوسطة
و"المكسرات":
..... طبقة عليا،
.ـ.ـ طبقة متوسطة
ح.خ : حمض خليك
ح.ل : حمض لاكتيك
والتقليب بعد ٤٤ ساعة، ٩٢ ساعة ، ١٣٩ ساعة.

٢- اللب: لما كان اللب قد صفي والسكر أيضَ فإن ثاني أكسيد الكربون أقل ينتج وبالتالي يأخذ اللب هواء أكثر مما يعطى فرصة أكسدة لإنتاج حمض خليك وهذه عملية طاردة للحرارة فيسخن الكاكاو من درجة الحرارة المحيطة إلى ٤٥ - ٥٢°م والتهوية هنا تصبح عشوائية وتُسْرَع بالتقليب.

البذور: كلا زيادة درجة الحرارة إلى ≤ ٤٥°م وأخذ حمض الخليك يقتل البذور. وأقصى كمية حمض خليك تنتج في اللب يتبعها أقصى كمية حمض خليك ممتصة في البذور. ومتوسط جيد في "المكسرات nibs" ينخفض من ٦,٤ إلى ٤,٠ - ٤,٧ والأكسجين يستهلك كمياً في اللب المتخمر مما يحفظ " المكسرات" تحت ظروف غير هوائية وتسمح بتفاعلات في غياب الأكسجين.

٣- اللب: بسبب أن إنتاج حمض الخليك يبطؤ نتيجة إستنفاذ مادة التفاعل فإن أكسدة حمض الخليك تسبب زيادة بطيئة في جيد اللب. وقد تنخفض درجة الحرارة بسبب نقص مواد التفاعل ونقص نشاط الكائنات الدقيقة في اللب والذى لايزال حامضياً (جيد ٥,٠) وتكوين حمض اللاكتيك والذى كان مكبوحاً أثناء الطور (٢) قد يزيد مرة أخرى.

البذور: معظم التفاعلات الإنزيمية بعد الموت والتفاعلات غير الإنزيمية في البذور تكون قد إستكملت ولكن يبدو أن المرحلة (٣) والمرحلة (٤) مهمة لضمان أن البذور تصبح بنية/مسمرة أثناء التجفيف الذى يحدث بعد ذلك. ويبدو أن تطور الكائنات الدقيقة الهوائية قد يساعد على زيادة نفاذية القشرة. وهذه المرحلة (حتى المرحلة ٤) وجد أنها ضرورية لإنتاج أقصى مستويات من سلف النكهة في الكاكاو الخام الناتج.

٤- بالرغم من أن هذه المرحلة الرابعة لايمكن فصلها بوضوح عن المرحلة السابقة فإنها تستحق إنتباهاً خاصاً لإنهاء التخمر وتجنب أى تخمر زائد بعد ذلك. والآن بعد تكسر اللب فإن تياراً من الهواء يُعطَى للبذور من القاع إلى القمة يُعْطِى البذور الساخنة بعض الهواء وإرتفاع درجة حرارة ثانٍ يبين حدوث نشاط كائنات هوائية على القشرة والذى ينتشر إلى "المكسرات" إذا تأخر التجفيف.

والتخمر الزائد بعد المرحلة الرابعة يتميز بزيادة شديدة في قيمة جيد أولاً في سطح البذور ثم في "المكسرات nibs" وهو مصحوب بإغمقاق ملحوظ أو حتى إسوداد في البذور ونكهة هام ham غير مرغوبة والتى تستمر في الكاكاو الطازج إلى مدى يتوقف على الشدة التى تمت بها هذه العملية قبل التجفيف. ويمكن النظر إلى فوق التخمر بأنه مهاجمة مباشرة للكائنات الهوائية على "المكسرات nibs" مما يهدم إحتمالات نكهة الكاكاو. ويتوقف على رطوبة سطح البذور في المرحلة الرابعة فإن الإنتقال إلى فوق التخمر قد يكون بطيئاً أو سريعاً جداً. فالبذور المبتلة قد تسود أثناء البلل وقد تعطى رائحة هام ham غير مرغوبة قوية.

المتغيرات أثناء التخمر

variables in the course of fermentation

معدل التخمر: إن الوصف السابق قد يعطى إنطباعاً خاطئاً لعملية متجانسة تجرى في زمن ثابت ولكن

المراحل الموصوفة أعلاه والمبينة فى الصورة (٢) لاتلتزم بوقت معين وقد تكون أقصر أو أطول. والسبب الرئيسى هو التهوية فكلما هوى الكاكاو المبتل فى المرحلتين (١) ، (٢) كلما زادت درجة الحرارة وكلما ظهر فيه حمض الخليك أسرع وكلما نقصت قيمة جيد "للمكسرات nibs". وتتابع الحوادث لايتغير فالكاكاو المحتوى على ≤ ١,٠ مل لب فى كل بذرة يمر خلال تخمر إيثانول حتى تحت تهوية مستمرة خلال المرحلة (١). وبالعكس إذا لم يكن هناك تهوية فى المرحلة (١) فإن لب الكاكاو المبتل قد يظهر بدون تغير لمدة عدة أيام. وتخمر حمض اللاكتيك قد يحمض البذور على درجة حرارة منخفضة والتهوية المدفوعة فى المراحل (٣)، (٤) تسبب زيادة سريعة فى جيد "المكسرات nibs".

وعلى ذلك فإذا أنهيت التخمرات عند وقت محدد مثل بعد ستة أيام فإن الكاكاو قد يكون فى المرحلة (٣) أو المرحلة (٤) أو فوق متخمر ما يوضح قيم جيد منخفضة أو عالية فى المكسرات nibs بالتتابع. وبطريقة عملية فإن التهوية تشتد بالتقليب بالدفعة وبنوع المخمر وحجم اللب فى البذرة فكلما كان حجم الدفعة صغيراً فإن أخذ الهواء يكون أكبر لكبر السطح. ومساحة السطح تتأثر أيضاً بنوع المخمر فكومة مخروطية صغيرة (مثل ٢٥٠ كجم) تهوى أكثر كثيراً عن صندوق عميق (١٠٠ سم عمق) وصندوق ضحل (٣٠سم عمق) يساعد فى زيادة مساحة التهوية السطحية.

عدم التجانس فى التخمر: ليس فقط الإختلاف فى معدلات التخمر ولكن أيضاً فإن إختلافات تظهر فى تخمر الأكوام أو الصناديق بسبب تهوية غير متجانسة. ففى المرحلة (١) يكون الأكسجين متاحاً فقط عند السطح حيث العملية - كما يظهر فى الصورة (٢) - تسرع بينما الطبقات السفلى تكون لازالت تحت جو من ثانى أكسيد الكربون. والمنطقة الساخنة من أكسدة اللب وإنتاج حمض الخليك تتحرك ببطء إلى القاع. وإذا كان حجم اللب كبيراً ولايتم تقليب الكاكاو فإن موقفاً لاهوائياً بارداً (مرحلة ١) فى طبقة القاع قد يستمر أثناء الزمن الذى تمر فيه الطبقة العليا خلال مراحل (١) إلى (٤). وبعد التجفيف فإن طبقة القاع قد تنتج بذوراً إردوازية أو بنفسجية بينما الطبقة العليا تتكون من بذور متخمرة جيداً أو بذور بنية/مسمرة فوق متخمرة. والتقليب بعد ٢٤ ساعة أو ٤٨ ساعة يقلل من عدم التجانس هذا ولكن ليس بدرجة كافية لإزالة آثارها تماماً. وبينما هذا النوع من عدم التجانس يمثل تخمر بذور الكاكاو المبتل ذات طبقة اللب كاملة التطور فإن الموقف قد يكون مختلفاً مع القرون زائدة النضج ومغطاه بطبقة رقيقة من اللب وتقليب كثير قد ينقص سعة اللب لإستكمال كل خطوات المراحل من (١) إلى (٤) وينتج عن ذلك فوق تخمر قبل الأوان والبذور فى الأماكن غير المقلبة وغير المهواه فى دفعات الصناديق أو الأكوام قد يحدث لها تغيرات غير طبيعية نتيجة فقد الحرارة أو الجفاف أو مهاجمة الفطر.

تأثير الحصاد والمعاملة بعد الحصاد على التخمر وجودة الكاكاو الطازج

effect of harvest & postharvest treatment on fermentation & raw cocoa quality

التهوية المنتظمة تساعد فى التغلب على عدم التجانس ولكنها لاتساعد فى التغلب على تحميض المكسرات nibs القوى وجودة النكهة المنخفضة. وأقل قيمة جيد فى البذور أثناء التفاعلات الإنزيمية فى المرحلة (٢) ضرورى لتكوين سلف النكهة بدلاً من جيد النهائى للمكسرات. ومع حجم اللب الكبير فى كل بذرة فإن زيادة التهوية أثناء المراحل الأولى يسرع من الحموضة ولكنها لاتحد من إنتاج حمض الخليك. ولكن تكوين اللب وحجمه يتوقف على الحصاد والمعاملة بعد الحصاد كما تسمح عملية قبل تهيئة اللب بنقص فى تحميض المكسرات nibs وزيادة فى جهد potential النكهة. وعشرة أيام من "تخزين القرون بعد الحصاد" فى هواء مفتوح أو عدة ساعات من "بسط البذور" لتجفيف اللب بعد تكسير القرون يقلل من حجم اللب جوهرياً وكذلك ماء اللب وسكر اللب فى البذرة (الجدول ٥). وطبقة اللب السطحية تقل كثيراً من ≤ ١,٠ إلى ≥٠,٦ مل للب فى البذرة. وبعد التهيئة المبدئية المناسبة يتبع ذلك أن تخمر الصندوق الضحل يتقدم هوائياً فى المرحلة (١) وبالتالى فهناك زيادة شاهقة steep فى درجة الحرارة ولكن تكون وتجمع حمض الخليك فى اللب والمكسرات nibs ينقص فى أثناء التخمر (الصورة ٣). ويفترض أن التهوية المبكرة لطبقة سطح اللب الرفيعة يعزز تنفس السكريات بواسطة الخميرة ويقلل من التخمر الكحولى تحت السطح فى اللب الكبير الحجم والمحتوى على ≥١٠٪ سكريات.

والعلاقة الهامة بين اللب والبذرة تتوقف على معالم وراثية وفسيولوجية؛ فالبذور الكبيرة لها لب أقل لكل مساحة سطح بذرة عن البذور الصغيرة.

جدول (٥): تغيرات فى اللب أثناء تخزين القرون وبسط البذور.

البذور المبتلة	حجم اللب (مل/بذرة)	ماء اللب (جم/بذرة)	سكروز+جلوكوز (مجم/بذرة)[ى]	سكريات مختزلة (مجم/بذرة)[د]
ماليزيا ، ناضجة (من قرون غيرمخزونة)[أ]	١,١٩±٠,١٤	٠,٩٥±٠,١٢	١٢١,٣ ±٥٧,١	
ماليزيا ، ناضجة (قرون مخزونة ١٠ أيام)[ب]	٠,٧٤±٠,٠٦	٠,٥٨±٠,٠٥	٣٩,٩٠ ±٥,٤	
ماليزيا ، (من قرون غيرمخزونة بعد البسط)[ج]	٠,٤٦±٠,٠٦	٠,٣٤±٠,١٢	٧٩,٢٠ ±٣٢,٣	
غانا ، ناضجة (من قرون غير مخزونة)[د]	٠,٨٤	٠,٦٩		٩١,٢
غانا ، (قرون مخزونة لمدة ٧ أيام)[د]	٠,٥٥	٠,٤١		٦٨,٦

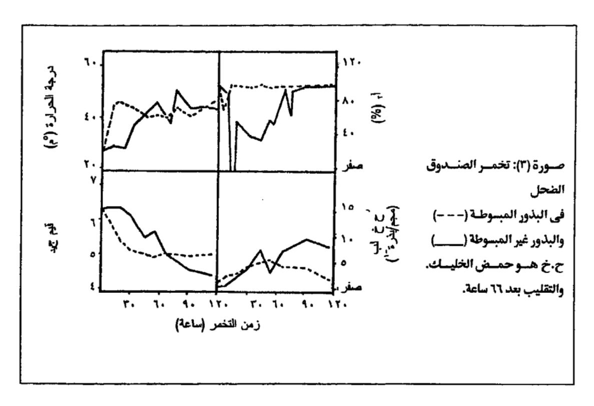
متوسطات وانحراف قياسى للعينات من أ ١٠ و ب ٤ تجارب مع ١٠٠٠ قرن لكل.

ج: عينات ن ٤ تجارب مع ١٣٠ كجم للكاكاو المبتل، كل من درجة نضج مختلفة، مع البسط فى الشمس وتجفيف السطح لعدة ساعات.

د: من تجربة واحدة مع ١٠ قرون فى كل.

ى: قدرت بولاريجرافياً.

ر: طريقة ٣،٥–ثنائى حمض النتروساليسيليك.



صورة (٣): تخمر الصندوق الضحل
فى البذور المبسوطة (- - -)
والبذور غير المبسوطة (____)
ح.خ هو حمض الخليك.
والتقليب بعد ٦٦ ساعة.

وحجم البذرة لايتوقف فقط على الوراثة فالقرون والبذور قد تكون صغيرة جداً عن المعتاد عندما تنمو فى ظروف معاكسة مثل الجفاف الشديد وكذلك فإن نسبة اللب : البذرة تقل جوهرياً أثناء النضج فحجم كبير للب لكل بذرة من البذور غير الناضجة يسبب تهوية سيئة مرغية. وفى القرون زائدة النضج فإن حجم اللب ينقص مع البذور المخزونة مما يؤدى إلى تهوية جيدة وتخمر سريع. وخصائص نكهة الكاكاو الخام من جهات مختلفة قد تتوقف إلى حد كبير على هذه الأطوار الفسيولوجية للكاكاو المبتل نظراً للتقاليد المحلية فى معاملة مابعد الحصاد فنضج القرون المحصودة فى ماليزيا وغانا يختلفان تماماً. والتأثيرات الموسمية على التخمر وجودة الكاكاو الخام كثيراً ماترجع إلى هذه الإختلافات فى اللب والتأخير فى التخمر بعد كسر القرن يسبب فقداً فى اللب فإن تعرض الكاكاو المبتل للمطر فإن التخمر بعد ذلك ينقصه السكر للتسخين وإنتاج حمض الخليك ويتقدم فى طريق شاذ erratic.

التجفيف drying

التفاعلات الإنزيمية البنية/المسمرة التى تحدث قبل التجفيف ضرورية للجودة.

وللتجفيف الشمسى فإن البذور تبسط على الأرض أو على حصير أو خشب مرفوعة عن الأرض ومحمية من المطر. ويحرك الكاكاو أثناء التجفيف مع جعل طبقات الكاكاو ضحلة أو عالية لتنظيم وقت الجفاف. ويلزم عادة ٥ – ٧ أيام لتقليل الرطوبة إلى أقل من ٧,٠٪ حتى لاينمو الفطر.

أما فى التجفيف الصناعى فإن نار الخشب أو الزيت تتصل بمدخنة تحت أرضية من ألواح قريبة من بعضها بحيث يمر تيار من الهواء الساخن ولكن ليس

من الدخان خلال طبقة بذور الكاكاو. والبذور ذات رائحة الدخان ترفض ولكن رائحة الدخان يمكن أن تُشَوِّش مع نكهة الهام غير المرغوبة للبذور فوق المختمرة.

وأول مرحلة فى التجفيف يجب أن تكون بحيث يتجنب فوق تخمر أو نمو الفطر على الكاكاو المبتل إذا كان رقم جيد الداخلى عال . وفى هذه المرحلة ليس هناك خطر من إستعمال هواء ساخن (مثل ١٠٠°م) بالرغم من أن درجة حرارة للبذور يجب ألا تزيد عن ٤٠ – ٦٠°م. ففى طبقة ضحلة من بذور الكاكاو فبخر الماء يحتفظ بالبذور باردة ولكن إنسياب الهواء الساخن خلال طبقة عميقة (≤١٠سم) يسخن البذور بشدة. وبعد الجفاف الخارجى للبذور فإن المرحلة الثانية من التجفيف يمكن أن تستمر ببطء لتسهيل التحول للبنية/الإسمرار إنزيمياً فى المكسرات nibs وللسماح بتوازن الرطوبة فى البذور من القلب المبتل إلى السطح الجاف. وقد يتعطل التجفيف الصناعى لفترة راحة. وفى المرحلة الثالثة فإن الكاكاو يجفف إلى < ٧,٥٪ رطوبة (وزن/وزن)، مفضلاً فى تيار من هواء دافىء (<٦٠°م) ولكن ليس فى هواء ساخن.

وإعادة تبليل وتلميع polishing وتجفيف الكاكاو الخام يجرى محلياً لتحسين المظهر الخارجى خاصة للبذور التى نما عليها الفطر، ولكن كسر القشرة وإعادة عدوى المكسرات nibs قد ينتج. وبعد التجفيف يفرز الكاكاو لإزالة البذور المسطحة والمكسورة والمصابة بالفطر (من الخارج) والمواد القريبة وبالنخل (فى حالة عدم تجانس حجم البذور) حتى تقابل مقاييس الجودة.

التخزين storage

بفرض ظروف تخزين جيدة فإن بذور الكاكاو الخام المعاملة جيداً يمكن تخزينها لعدة سنوات بدون أى تغير حسى غير مرغوب كبير أو أى علامة تحليلية عن فقد الجودة أو الفساد. ولكن بعد المعاملة فإن الكاكاو الخام عادة يرسل لمسافات طويلة من المناطق الإستوائية الأصلية إلى حيث مصانع التصنيع ويقابل عدة أخطار. وهذه الأخطار تتصل بالماء وإرتفاع نسبة رطوبة الهواء والعدوى بالحشرات وعواقب عدم المعاملة الجيدة.

وبجانب القواعد العامة للتخزين فى المناطق الإستوائية والمعتدلة فإن إسترطاب بذور الكاكاو يجب أن يؤخذ فى الإعتبار فالكاكاو الخام المحتوى على < ٧,٥٪ ماء لايهاجمه الفطر. وتبعاً لتحارر إمتصاص الرطوبة moisture absorption isotherm فإن رطوبة هذه البذرة لايتم تجاوزها عند < ٨٠٪ رطوبة نسبية. ولكن مستوى عالٍ من رطوبة الهواء أو خفض فى درجة الحرارة (أثناء الشحن) يسبب ضرراً بالتكثيف ونمو الفطر. والرطوبة المتبقية من التجفيف السريع يجب أن تؤخذ فى الإعتبار. ويجب أن تحدد نسبة الرطوبة عدة مرات فى كل دفعة. وجراثيم الفطر منتشرة. ولكن البذور النامى عليها الفطر أثناء التخمر والتجفيف تزيد من خطر نمو الفطر على مستويات الرطوبة الحرجة. والفطر المحب للحرارة والجفاف مثل *glaucus Aspergillus*، *A. fumigatus*، *Penicillium* spp.، *Mucor* sp. وجدت أثناء المعاملة والتخزين. والفطر الموجود فى الداخل ينمو على البذور المكسورة وعلى القشر

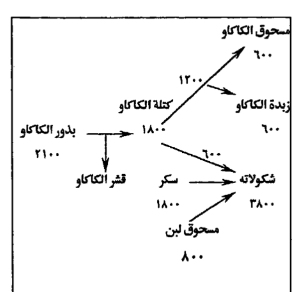
المتضرر. والقشر القصف brittle خاصة من كاكاو فوق متخمر أو معاد بَلّه يزيد من خطر الفطر وأيضاً من زيادة كمية البذور المكسورة أثناء النقل والرص فى الأكياس.

وهناك أربعة أنواع من الحشرات لها أهمية فى الكاكاو الخام فى الإستوائيات: *Carda cautella*، *Lasioderma serricorne*، *Araecerus fasciculatus* و *Tribolium castaneum*. أما *Ephistia elutella* وهو عتة moth الكاكاو فلاتوجد إلا فى الأجواء المعتدلة. وفى الإستوائيات تضبط الحشرات لتدخين الكاكاو الخام بإستخدام بروميد الميثيل أو الفوسفين فى الكاكاو المخزون المرصوص تحت ملاءات من إيثيلين غير منفذ للغاز ولا الماء لمدة ١,٥ ساعة ويستنفذ الغاز بواسطة المراوح. وتترك الملاءات لحماية الكاكاو من أخذ ماء أو من الحشرات.

إنتاج مسحوق الكاكاو والمنتجات شبه النهائية production of cocoa powder & semi-finished products

منتجات الكاكاو cocoa products

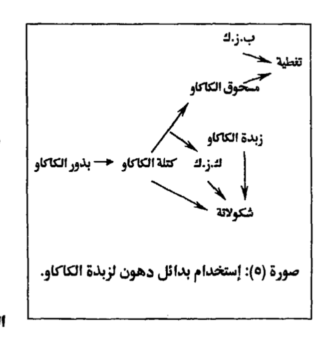
أساساً منتجان يأتيان من بذور الكاكاو: الشكولاتة ومسحوق الكاكاو. وهذان المنتجان متصلان ومنتجان وسطيان يلعبان دوراً هاماً فيهما: كتلة الكاكاو وزبدة الكاكاو (الصورة ٤). والنظام كما هو فى الصورة ٤ ليس فى حالة توازن فصناعة الشكولاتة تحتاج إلى زبدة الكاكاو وهذا يعنى أن مسحوق الكاكاو ينتج أيضاً. ولكن الطلب على مسحوق الكاكاو لايقابل هذا الحجم. وعلى ذلك فسعر زبدة الكاكاو أعلا كثيراً من مسحوق الشكولاتة ولذا فإن محاولات بذلت وتبذل لدهون أرخص لتحل محل زبدة الكاكاو وإن كان هذا غير سهل لأن زبدة الكاكاو لها خواص فريدة من حيث الصلابة وسلوك الذوبان. وفى خلال الزمن فإن بدائل زبدة الكاكاو (ب.ز.ك CBSs) قد تم تطويرها ومعظمها مبنى على أساس دهن حبة النخيل.



صورة (٤): منتجات بذور الكاكاو. الأرقام تقريبية وبآلاف الأطنان.

وهذه مع مسحوق الكاكاو أستخدمت لتقليد الشكولاتة أو مغطيات البسكويت والكيك والجيلاتى ....الخ. وقد أمكن فصل الجليسريدات الثلاثية من دهون أخرى ووضعها بنسب صحيحة مع بعضها وبذا تم الحصول على دهن بنسبة زبدة الكاكاو وهذا الدهن يسمى مكافىء زبدة الكاكاو (ك.ز.ك CBE) ويمكن أن يحل محل زبدة الكاكاو فى الشكولاتة (الصورة ٥).

وصناعة ضغط الكاكاو cocoa pressing industry تعتبر كلا من زبدة الكاكاو ومسحوق الكاكاو منتجات أساسية كل منها لها خواصها ومواصفاتها. وزبدة الكاكاو تغذى صناعة الشكولاتة وصناعة الضغط هذه تمون صناعة الشكولاتة بكتلة الكاكاو وهذا شيء متخصص. وكل مصنع شكولاتة له مواصفات الشكولاتة الضيقة للنكهة وخواص الجودة الأخرى. وتصل إلى مصنع الشكولاتة كتلة الكاكاو وزبدة الكاكاو. وصناعة الشكولاتة وتمون الشكولاتة فى ألواح كبيرة أو كسائل حيث تستخدم فى صناعة البسكويت والحلويات.



صورة (٥): إستخدام بدائل دهون لزبدة الكاكاو.

نواحى الجودة quality aspects

معظم مسحوق الكاكاو يباع كمكون لصانعى الأغذية وهو له مواصفات للجودة الضرورية من حيث الكائنات الحية الدقيقة والتلازج والنقاوة وغيرها. وهذا يتطلب من الصناعة عدة أمور:

١- بذور الكاكاو يحدث لها تخمر مما يترك عددا عاليا من البكتريا على قشرة البذور.

٢- أثناء التخمر ترتفع درجة الحرارة إلى ٥٠°م مما يترك جراثيم مقاومة للحرارة على البذور وهذا قد يتدخل مع عملية التعقيم فى شكولاتة اللبن.

٣- يتم تجفيف بذور الكاكاو بعد التجفيف فى الهواء الطلق مما يسمح بالتلوث ببراز الطير وخلافه وبذا يمكن وجود بكتريا السالمونيلا على بذور الكاكاو الخام.

٤- البكتريا الموجودة فى كتلة الكاكاو تحاط بالدهن أثناء عملية الطحن والدهن يعطى بعض الحماية. وقد أثبت أن السالمونيلا تعيش أشهر فى الشكولاتة وأيضا تحمى البكتريا فى المعدة من الحموضة الطبيعية عندما تؤكل الشكولاتة.

٥- مسحوق الكاكاو يستخدم بطرق مختلفة مما يتطلب عمر رف مختلف ومحتوى رطوبة مختلف .... إلخ ولما كان منتج الكاكاو لايعرف كيف سيستخدم المسحوق فإن كل الناتج يجب أن يقابل مواصفات صحية صارمة.

البيئة environment

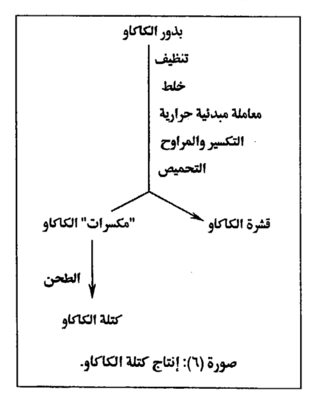
صناعة معاملة الكاكاو لاتلوث البيئة لأن النواتج غالية وإن كان هناك مشاكل عامة كالضوضاء وغيرها. وأهم مشكلة هى روائح غازات الإستنفاذ والهواء المنفوخ خلال أنظمة السحق/الطحن وغازات الإحتراق من المحمصات وهذه الغازات تحتوى غبارا والتى يتم تجميعها فى سيكلونات cyclones.

كما أن القشرة حوالى ١٠٪ من وزن البذرة تمثل إهداراً وهى تطحن لتقليل حجمها وتباع لمنتجى الأسمدة وتغذية الماشية ويمكن حرقها إذا كانت أثمان الطاقة مرتفعة ولكن هذا يتطلب إزالة كميات كبيرة من الغبار من غاز الإحتراق.

إنتاج كتلة الكاكاو
production of cocoa mass

كل بذور الكاكاو تحول إلى كتلة كاكاو (الصورة ٦). وكلمة مكسرات nibs تستخدم فى جميع اللغات لتبين القطع المكسرة من الحبة. وكتلة الكاكاو تحتوى على ٥٥٪ زبدة كاكاو والدهن يكون سائلاً بعد التحميص والطحن حيث كل الكتلة سائلة ويمكن ضخها ونقلها فى لوريات.

التنظيف: تمر البذور على مصفيات ومغناطيس وتيارات هواء مضبوطة فتزال المواد الغريبة من عصيان إلى أحجار ودوبار ومواد معدنية.



صورة (٦): إنتاج كتلة الكاكاو.

الخلط blending: يوجد مختلف أنواع النكهة بين بذور الكاكاو من مختلف البلاد والخلط يعطى فرصة الحصول على نكهة معينة. كما أن بذور الكاكاو غير متجانسة فى النكهة ونواحى الجودة الأخرى. ودفعات بذور الكاكاو تُظهر إختلافات نظراً لإختلافات فى النمو والنضج وكذلك إختلافات فى التخمر وظروف المعاملة. والخلط يساهم فى التجانس.

معاملة مبدئية حرارية thermal pretreatment: خاصية هامة هى إزالة قشرة الكاكاو والقشرة التى تغطى الحبة دائماً ملوثة بالرمل والبكتريا وبقايا المبيدات ويتوقف على التخمر فإن القشرة تلتصق بالحبة ويمكن إزالتها بصدمة حرارية بالهواء الساخن والبخار المشبع وإشعاعات تحت حمراء.

التكسير والمراوح breaking & fanning: لإزالة القشرة فإن البذور تكسر أولا بين أسطوانات ذات أسنان يمكن ضبطها ثم تفصل الأجزاء المكسرة بواسطة النخل. وكل جزء يعامل بتيار من الهواء الذى يحمل أجزاء القشرة الخفيفة. وهذا التكسير وإستخدام المراوح كثيراً مايسمى "تذرية winnowing".

التحميص roasting: هذه العملية لازمة لتطور النكهة المثالية للكاكاو. وعلاقة الزمن-درجة الحرارة حرجة وتعتمد على مكنة التحميص. ودرجات الحرارة تتراوح مابين ٧٠، ٢٠٠°م وكمية الحرارة أقل مايستخدم فى تحميص القهوة.

وتتطلب شكولاتة اللبن تحميصاً خفيفاً جداً بينما إذا تدخلت عملية الضغط فإن تحميصاً عالياً يستخدم من أجل الحصول على نقص كاف فى عدد البكتريا وخاصة الجراثيم المقاومة للحرارة. وأحدث طرق التحميص هى تحميص الكتلة بدلاً من البذور أو المكسرات nibs فتستخدم أعمدة من طبقات رفيعة وهذا يعطى ضبطاً لظروف التحميص. والبكتريا توجد على القشرة وبإزالة القشرة أولاً فإن المواد تدخل التحميص (التعقيم) بعدد أقل من البكتريا.

الطحن والتكرير grinding & refining: الخطوة التالية هى طحن جسيمات مكسرات nibs الكاكاو والتى تحتوى على ٥٥٪ زبدة كاكاو، ٤٥٪ مواد صلبة تأتى من خلايا النبات وهذه يجب طحنها إلى درجة ناعمة جداً فإنه عند أكل الشكولاتة أو شرب لبن الشكولاتة فإنه يلزم ألا يشعر بأى رملية grittiness فى الفم فيجب أن يكون كلاً من مسحوق الكاكاو والشكولاتة لها حيز ضيق من توزيع حجم الجسيمات وهذا يسهل عملية الضغط ويحسن من الخواص الإنسيابية للشكولاتة. والنعومة المرغوبة (١٥ - ٧٠ ميكرومتر) وتوزيع حجم الجسيمات يتوصل إليه فى خطوات طحن متتابعة فيتم إعادة طحن جسيمات المكسرات nibs الصلبة فى طواحين أقراص أو طواحين قواديم أو طواحين دبوس pin mills.

الأنواع types: كتلة الكاكاو تستخدم فى إنتاج الشكولاتة أو فى الضغط أى لإنتاج زبدة الكاكاو ومسحوق الكاكاو وهذه تختلف من حيث خليط البذور والنعومة وظروف الكائنات الدقيقة وغيرها. ولو أن الكتلة لجميع الأغراض يحتاج الأمر أن تكون مأمونة تماماً من الناحية البكتريولوجية فإن مسحوق الكاكاو يتطلب أن يكون مأموناً من ناحية الجراثيم المقاومة للحرارة أيضاً أى غائبة.

التعبئة وعمر الرف packaging & shelf life: عندما يراد تخزين أو نقل كتلة الكاكاو فإنها تعبأ عادة فى صناديق ٣٠ كجم من الورق المقوى مبطنة ببطانة لدائن وما يحدث فى أوروبا وأمريكا أنها تنقل فى حالة سائلة. وكتلة الكاكاو لها عمر رف جيد جداً فالأجزاء الصلبة محمية بدهن مشبع بجانب أن الكاكاو يحتوى مضادات أكسدة طبيعية قوية (وهذه الظروف توجد أيضاً مع بذور الكاكاو) وإذا كانت نسبة الرطوبة فى البذور مضبوطة فإن عمر الرف لها يكون عدة سنين.

إنتاج زبدة الكاكاو
production of cocoa butter

تحتوى كتلة الكاكاو على ٥٥٪ زبدة كاكاو ويمكن إستخلاص جزء منها ميكانيكياً والجوامد التى تبقى فى الضغط تحتوى ٢٢٪ دهن أو حتى أقل حتى ١٠٪ وكتلة الضغط هذه تسحق إلى مسحوق كاكاو وترشح زبدة الكاكاو وجزء منها تزال رائحته (الصورة ٧).

الضغط pressing: كتلة الكاكاو تضخ إلى مضخات ايدروليكية أفقية حيث القدور pots تقابل بعضها البعض وكل مجهزة بمصافى ترشيحية من معدن شبكى دقيق جداً. وعندما يمتلىء القدر بالكتلة

على درجة حرارة ٩٠°م فإن الكيس الايدروليكى يتحرك وزبدة الكاكاو تبتدىء فى الإنسياب خلال المصافى على جانبى القدور فيزداد الضغط إلى ٤٠٠ بار bar. وكتلة الكاكاو الصلبة المتبقية تفرغ من المعصرة. وزبدة الكاكاو المتجمعة من الضغط لاتكون نظيفة حيث تحمل معها كميات صغيرة من جسيمات صغيرة غير دهنية ولذا ترشح خلال ورق ترشيح.

بذور الكاكاو
قشرة الكاكاو
مكسرات الكاكاو
كتلة الكاكاو
الضغط
كعكة الضغط
زبدة الكاكاو
إزالة رائحة
زبد خام
زبد مزال الرائحة
خلط
زبدة الكاكاو

الصورة (٧): إنتاج زبدة الكاكاو.

إزالة الرائحة والخلط deoderizing & blending: زبدة الكاكاو الخام لها نكهة قوية وهذا مرغوب فى الشكولاتة الغامقة. ولكن فى شكولاتة اللبن تستخدم زبدة الكاكاو أكثر ونكهة الكاكاو قد تكون قوية جداً مما يكبح نكهة اللبن. ولذا يلزم زبدة الكاكاو مع نكهة ضعيفة أو لانكهة على الإطلاق وهذا يتوصل إليه بإستخدام إزالة الرائحة بالبخار مع خلط الزبدة الخام المزالة الرائحة إلى النكهة المرغوبة والتى يتم ضبطها بالإختبار الحسى أو بطريقة كيماوية.

الخواص properties: زبدة الكاكاو لها مدى إنصهار أضيق من أى دهن آخر وهذا أساس فى صناعة الشكولاتة التى يجب أن تكون صلبة حتى فى الجو الساخن. ويجب ألا تلتصق بالأصابع. ويجب أن تنصهر زبدة الكاكاو فى الشكولاتة تماماً فى الفم وإذا لم يحدث هذا - حتى لو كان ذلك بنسبة بضع نسب مئوية من الدهن - فإن شعوراً بالشمعية يلاحظ (وهذا يحدث مع بدائل زبدة الكاكاو المصنعة من زيوت مهدرجة). وعند درجة حرارة الغرفة فإن جزءاً كبيراً من الجليسريدات الثلاثية فى زبدة الكاكاو صلب (حوالى ٦٠٪) بينما كله يصبح سائلاً فى الطحن. والإنصهار يأخذ كمية ملحوظة من الحرارة مما يسبب تبريداً فى الفم وهذا يساهم فى الشعور بالمذاق اللطيف عند أكل الشكولاتة. ومدى الإنصهار الضيق لزبدة الكاكاو مهم فى إنتاج الشكولاتة. وعندما تبرد الشكولاتة ويتصلب الدهن فإن الحجم يقل كثيراً وهذا الإنقباض يجعل من السهل إزالة الشكولاتة من قوالبها.

الأنواع types: يسمى الدهن الآتى من المادة الخام - بذور الكاكاو مزالة القشرة - زبدة كاكاو

درجة أولـــــى prime pure pressed cocoa butter. وليس كل بذور الكاكاو ذات جودة جيدة. وحتى البذور غير الناضجة أو الفطرية أو المدخنـة فهى تحتوى دهناً يمكــن أن يكـون مناسباً تماماً للإستهلاك الآدمـى بـالتكرير. وعنـد معاملـة بـذور الكاكاو فإنـه مـن الصعب إزالـة القشر. وهـذه البـذور تعـامل كاملـة فــى حلزونـات مسـتمرة ضاغطـة continuous expeller presses والكتلـــــة الناتجة تحتوى ١٠٪ دهن من الممكـن الحصـول عليه بالإستخلاص بالمذيب. والباقى الصلـب غير مأكلة ويحسن أن يعود الأرض كسماد. وبالرغم أن الدهن يكون مأكلة بعد التكرير فإن الجودة تكـون أقل من زبـدة الكاكـاو درجة أولى وهـو أقل صلابة ويتقلص أقل فى الحجم. والأنواع الآتيـة من دهـن الكاكاو تحت الدرجة، يعترف بها دستور الأغذية:

١- زبدة كاكاو الحلـــــــزون expeller cocoa butter: وهـو الدهـن المستخلص بواسطة الضغـط الميكانيكى من مـواد لها تقريباً تكوين بـذور كاكـاو الكاملة.

٢- زبـدة كاكــاو مسـتخلصة بــالمذيب solvent-extracted cocoa butter: الدهـن المتحصـل عليه مـن بذور الكاكـاو أو هـدر الكاكـاو بالمذيبـات المسموح بها.

٣- زبدة كاكاو مكـررة refined cocoa butter: أىٌ مـن الدهـون المتحصل عليـها بـالطرق السـابقة وبعد ذلك مكررة تماماً تبعاً لطـرق المعاملـة القياسية للدهون والزيوت المأكلة.

٤- دهن الكاكاو cocoa fat: دهن مستخلص مـن مواد هدر وله قيمة تحت مقاييس معينة.

وهذا يظهر فى الصورة (٨).

التعبئة والنقـل وعمـــر الــــــرف packaging, transport & shelf life: تعبأ زبـدة الكاكـاو فـى ألواح ٣٠ كجـم أو تنقل وتخـزن سائلة. وعمـر الـرف لها جيد نظراً لتشبعها. وعمـر الـرف لزبـدة الكاكـاو الصلبة من عدة أشهر إلى سـنة إذا أحسـن تعبئتـها وتخزينها.

إنتاج مسحوق الكاكاو production of cocoa powder: تضغط الكتلة إلى مسـحوق وتعبأ بعد ما تبرد تماماً وطريقـة القلوية يمكـن إستخدامها لخلـق عـدة أنـواع مـن مسحوق الكاكـاو بدرجـات ألـوان مختلفة (الصورة ٩).

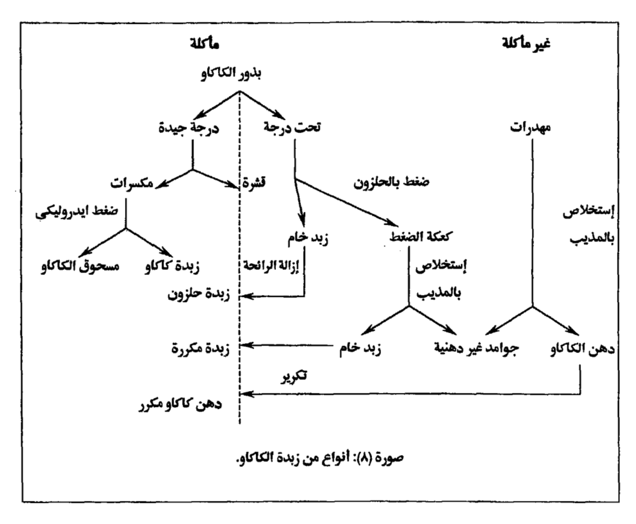
التِقِلْية (جعلـه قِلْويـاً) alkalizing: إخـترعت هـذه الطريقة فـى هولندا فـى النصف الأول مـن القـرن المـاضى وهـى تحسـن جـودة مسـحوق الكاكـاو بطريقتين:

١- تأخذ المذاق الحمضى الخفيف للكاكاو.

٢- تجعل اللـون أغمـق وهـذا يرجـع إلى تفـاعلات تكثيـف مكونـة منتجـات ملونـة ذات وزن عــالى. والضبط الجيد للتفاعلات يؤدى إلى ظلال مختلفة من اللون: برتقالى، أحمر، بنى مسمر وحتى الأسـود ممكن.

والتِقِلْيـة alkalizing تتكـون مـن معاملـة الكاكـاو بمحلول من قلوى غالباً البوتاش potash وقانونياً أقصـى نسـبة حتـى ٣٪ مـن المكسـرات. والطريقـة يمكن إستخدامها مع المكسرات nibs أو الكتلـــــة

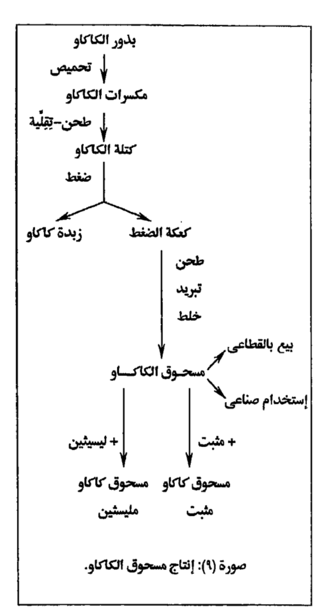
أو كعكة الضغط أو المسحوق. ويمكن الوصول إلى اللون المرغوب بإختيار ظروف التفاعل ودرجة الحرارة والزمن وكمية تركيز المحلول القلوى وعوامل أخرى.



صورة (٨): أنواع من زبدة الكاكاو.

طحن وتبريد وخلط كعكة الكاكاو: تكسر كعكة الضغط ثم تطحن إلى مسحوق فى طاحونة. ومسحوق الكاكاو يترك الطاحونة ساخناً ويجب تبريده تماماً قبل التعبئة وإلا فإن الدهن الذى ينعقد يحوله إلى كتل في العبوة. وخلط أجزاء من الكعكة المكسرة مثل الطحن يسمح بتعيير اللون standardization of color أو تحضير مخاليط من ألوان متوسطة.

الأنواع types: إن الإختلافات فى الطريقتين الرئيسيتين يؤدى إلى مئات من أنواع مسحوق الكاكاو. فالضغط يمكن أن يجرى على كعكة ٢٠٪ دهن (ويعطى مسحوق كاكاو) أو على ١٠٪ دهن (ويعطى مسحوق كاكاو منخفض الدهن) بينما عملية التِقْلِية تكون ألواناً مختلفة. ومسحوق الكاكاو وبه ٢٠٪ دهن هو الأعم. وصناعة الأغذية تستخدم مسحوق كاكاو منخفض الدهن (١٠٪) بألوان مختلفة.



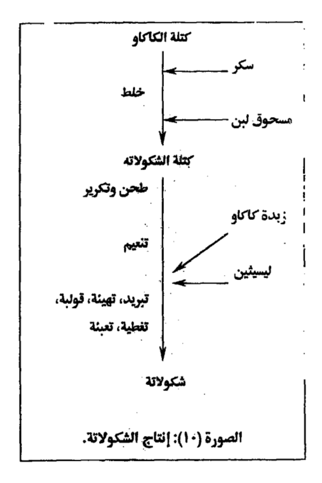
صورة (٩): إنتاج مسحوق الكاكاو.

ومسحوق الكاكاو المليسثين lecithinated يحتوى ٥٪ ليسثين الصويا نظراً لنسبة الدهن به فإن مسحوق الكاكاو صعب الإبتلال والتشتت فى الماء وحتى فى ماء ساخن أو لبن فإن كتلاً تتكون بسهولة. والليسيثين كمعامل إبتلال يحسن من هذه الخواص حيث يخلط بشدة ٥٪ من ليسيثين الصويا مع مسحوق الكاكاو المسحوق الناتج المليسثين يُكتَل agglomerated مع السكر. وهذا يعطى الكاكاو الفورى والذى يكفى أن يوضع مباشرة فى اللبن البارد. ومسحوق الكاكاو المثبت يحتوى ٢٪ كاراجينان carrageenan وهى تمنع مسحوق الكاكاو من الترسب فى لبن الشكولاتة المعقم.

التعبئة والنقل وعمر الرف: للتوزيع القطاعى فى ورق أو صفيح وللحجم ٢٥ كجم (٥٠ رطل) فإن أكياس من ورق متعدد multiple papers تستخدم. ومن الصعب تخزين أو توصيل بالحجم السائب. والمساحيق المحتوية على الدهن تميل إلى الإلتصاق وتسد الأنابيب فى النقل الهوائى. وعمر الرف لمساحيق الكاكاو ممتاز فحتى بعد ١٠ سنوات النكهة كانت جيدة عندما عُبأ فى حاويات مضادة للهواء والماء. وقد يلاحظ بعض البهتان فى اللون مشابه للمعان الدهن فى الشكولاتة وهذا يختفى عندما يستخدم المسحوق فى اللبن.

إنتاج الشكولاتة production of chocolate

أهم مكون فى الشكولاتة هو كتلة الكاكاو والتى تختلط مع السكر وفى حالة شكولاتة اللبن مع مسحوق اللبن أيضاً. ويتبع ذلك عملية التنعيم conching وهى مهمة جداً فى تكوين نكهة الشكولاتة الكاملة. وتضاف زبدة كاكاو منصهرة وتصبح كتلة الشكولاتة سائلة، وتبرد، وتهيىء وتصب فى قوالب لتكوين منتجات الشكولاتة (الصورة ١٠).



الصورة (١٠): إنتاج الشكولاتة.

خلط المكونات والتكرير

يخلط السكر وكتلة الكاكاو ومسحوق اللبن بشدة مكونة مسحوقاً جافاً الذى يطحن مبدئياً فى مطاحن ثم يطحن بدقة فى مكرر refiner من خمسة إسطوانات وحجم الجسيمات فى الشكولاتة مابين ١٥ - ٧٠ميكرمتر.

التنعيم conching

النكهة التى تكونت خلال التحميص تتحول إلى نكهة الشكولاتة بعملية التنعيم والتى تساهم فى الخواص الفيزيقية للشكولاتة وبالتالى خواصها الأكلية. والتنعيم معاملة ميكانيكية لكتلة الشكولاتة فى حاويات كبيرة مجهزة بإسطوانات أو مجاديف أو عدداً آخر من الأجهزة. وتغيرات كيماوية وفيزيقية تحدث تحت تأثير الهواء والذى يدخل إلى الكتلة على درجة حرارة ٦٠°م، ومن تأثير قوى الإحتكاك rubbing والقطع shearing. والنتيجة تكوين أو تحرير مكونات النكهة والتى تعطى السمة المميزة للشكولاتة الدقيقة. وكيمياء هذه العملية غير معروف. والكتلة التفتتية الجافة تتحول إلى معلق سائل ينساب. والحروف الحادة لجسيمات السكر تختفى مما يجعل للشكولاتة شعوراً ناعماً فى الفم. وهناك ثلاثة مراحل فى التنعيم :

١- الطور الجاف dry phase: تفقد كتلة الشكولاتة المسحوقة رطوبة وكذلك تفقد مكونات النكهة الطيارة المرغوبة بدرجة أقل مثل حمض الخليك.

٢- طور العجينة pasty phase: ففى خلال التنعيم الجاف فإن الكتلة تصبح عجينة وتتكون النكهة تحت تأثير قوى القطع shearing forces (الجز).

٣- الطور السائل liquid phase: يضاف المكون الأخير وهو زبدة الكاكاو وتصبح كتلة الشكولاتة سائلة ويحدث تجانس بتأثير التقليب الشديد وقوى القطع/الجز.

ودرجة اللزوجة النهائية مهمة جداً فالشكولاتة المنصهرة يجب أن تكون رفيعة بدرجة كافية لملء كل الفجوات فى القوالب. وتكون زبدة الكاكاو المنصهرة فى حالة سائلة وهى أكثر مكونات الشكولاتة ثمناً. ويمكن عمل وفر بإستخدام مستحلب فيستخدم ٠,٣ ليسيثين الصويا ويضاف خلال طور التنعيم الثالث .

ولعمل شكولاتة اللبن فإن السكر وكتلة الكاكاو تجلب إلى اللبن السائل والجميع يجفف وأثناء التجفيف الطويل تتكون نكهة الكارامل. وشكولاتة اللبن الجاف الكسرة crumb لها عمر رف جيد نظراً لمضادات الأكسدة الطبيعية في الكاكاو. ولعمل الشكولاتة يحتاج الأمر إضافة زبدة الكاكاو فقط.

التبريد والتهيئة cooling & tempering

إن طريقة تبريد الشكولاتة قبل صلابتها في القوالب تؤثر بدرجة كبيرة على مظهر ولمعان وعمر الرف وشعور الفم. والجليسريدات الثلاثية في زبدة الكاكاو يمكن أن تعقد set في أشكال متعددة. الشكل البلوري polymorphic form مختلفة وبعضها غير ثابت. وإعادة التبلر إلى الأشكال الثابتة يحدث بعد عدة ساعات أو أيام وهذا ينتج عنه فقد اللمعان وتكوين بلورات دهن بيضاء على سطح الشكولاتة وهو المسمى بلمعان الدهن fat bloom. وللحصول على بلورات ثابتة فإن بذور البلورات يجب أن تتكون أولاً وهذا يحدث في عملية التهيئة tempering. فالشكولاتة السائلة تكون على درجة حرارة ٤٥ – ٥٠°م فتبرد إلى ٣٢°م ثم إلى ٢٧ – ٢٧,٥°م. ويتكون خلال التبريد بلورات ثابتة وغير ثابتة وهنا ترفع درجة الحرارة إلى ٢٩ – ٣١°م مسببة أن البلورات ذات الأشكال غير الثابتة تنصهر. ودرجات الحرارة المطلوبة لهذه العملية تتوقف على نوع الشكولاتة. وبعد التهيئة تكون الشكولاتة لازالت سائلة ويمكن صبها في القوالب.

القولبة والتغطية moulding & enrobing

عمل أشكال الشكولاتة يتم بأحد طريقتين:

في القولبة فإن الشكولاتة تصب في القالب والذى يمر على حزام في نفق التبريد وبعد العقد setting فإن القالب يدور بحيث يتجه الوجه الأعلى إلى أسفل وكنتيجة لتقلص الحجم في زبدة الكاكاو فإن الشكولاتة تقع بسهولة من القالب. وتكون القضبان الصلبة معدة للتعبئة ويمكن ملء القالب وبعد ملئه فإن القالب يفرغ مباشرة ولكن تبقى طبقة في القاع وعلى جوانب القالب فيبرد القالب ويملأ بالمادة المرغوبة وبعد التبريد توضع طبقة أخرى من الشكولاتة على المملوء وهذه تصبح قاع القند عندما يقلب القالب.

ولعمل بيض أو منتجات جوفاء فإن كمية صغيرة من الشكولاتة تصب في قالب مقسم والذى يقفل ويوضع في مكنة هز كبيرة والشكولاتة تنعقد على الجدران الداخلية.

وفي التغطية فإن الشكولاتة السائلة تصب على مركز صب ولزوجة الشكولاتة تحدد ثخانة الطبقة وهذه يمكن أن تحدد بمحتوى الدهن في الشكولاتة وهي عادة أعلا من شكولاتة القولبة (الجدول ٦).

الجدول (٦): بعض أنواع الشكولاتة وتكوينها.

النوع	كتلة الكاكاو (٪)	زبدة الكاكاو (٪)	مسحوق اللبن (٪)	السكر (٪)
شكولاتة غامقة	٤٠	١٠	–	٥٠
شكولاتة لبن	١٠	٢٠	١٥	٥٥
شكولاتة تغطية	٤٠	١٥	–	٤٥
شكولاتة بيضاء	–	٢٥	٢٥	٥٠

التعبئة والتخزين وعمر الرف

التعبئة يجب أن تحمى منتجات الشكولاتة ضد الرطوبة والروائح التى يمكن أن يلتقطها دهن الشكولاتة. والشكولاتة ولها نسبة رطوبة منخفضة (أقل من ١٪) ومع مضادات الأكسدة الطبيعية لها عمر رف جيد. ولكن الفئران والحشرات والفطر يحبونها. ولذا يجب أن يكون التخزين مناسباً. وكذلك يجب تجنب درجات الحرارة العالية وغير المنتظمة، والأخيرة تسبب تكوين لمعان الدهون بالرغم من أن اللون الأبيض يشبه نمو الفطر إلا أن هذه الظاهرة غير ضارة.

الإستخدامات الغذائية لمنتجات الكاكاو

إستخدام مسحوق الكاكاو

يستخدم كمادة طبيعية للتلوين والنكهة فى كثير من المواد الغذائية الحلوة، وهذه قد تكون صلبة أو شبه صلبة أو سائلة. ويمكن تجميعها فى: ١- أنظمة مائية - تستهلك مجمدة. ومنها الجيلاتى والمسحوق المستخدم غالباً منخفض الدهن (١٠٪). وتستخدم مختلف الألوان للحصول على تأثيرات تشبه الشكولاتة اللبن أو الغامقة. ٢- أنظمة مائية تستهلك على درجة حرارة الحجرة. ومن أمثلتها منتجات اللبن كشكولاتة اللبن والعقبة. ويستخدم فيها كاكاو معامل بالقلوى الخفيف مع ١٠٪ دهن. ٣- أنظمة مائية تستهلك ساخنة. والشكولاتة الساخنة هى المنتج الذى يستخدم فيه مسحوق كاكاو معامل بالقلوى مع ٢٠٪ دهن فى معظم الأحيان. ٤- أنظمة دهن: هناك تغطية مبنية على بدائل زبدة الكاكاو مع ١٠٪ دهن كاكاو وغالباً غير معامل بالقلوى (الشكولاتة الحقيقية ليست معاملة بالقلوى). وبدائل زبدة الكاكاو قد تستخدم للإقتصاد أو فى الجيلاتى حيث أن الشكولاتة تصبح قصفة جداً على درجة حرارة منخفضة ويحتاج الأمر إلى دهون أطرى.

إستخدامات الشكولاتة

يمكن أن تستخدم كما هى ولكنها تستخدم أيضاً كمكون فى المواد الغذائية الأخرى: فى تغطية البسكويت وخلافه وفى الرقائق وهذه تصلح للمناطق الإستوائية وتحت الإستوائية. فحتى إذا إنصهرت الشكولاتة فإنها لاتفقد المظهر الخارجى للمنتج ولاتلتصق بالأصابع. والأطفال يفضلون الشكولاتة اللبن فى حين أن البالغين يفضلون الأصناف الأغمق. ونكهة الشكولاتة ترتبط جداً مع غيرها فمع الفانيلا والنعناع والقهوة والبرتقال وكذلك الفواكه والنقل وغير ذلك.

النواحى القانونية

كلمة شكولاتة لايمكن إستخدامها إلا إذا لم يستخدم دهن آخر غير زبدة الكاكاو. وقد يسمح بإستخدام مضافات دهن زبدة الكاكاو بنسبة ٥٪ فى بعض البلاد. (Macrae)

شمر

شمار/شمرة	fennel
الإسم العلمى	*Foenicum vulgare*
الشمار الحلو (الفرنسى)	*F. dulce*
شمار الحديقة	*F. capillaceum*
إسم العائلة: الخيمية	Umbelliferae

بعض أوصاف

هو من البحر الأبيض المتوسط وهو يتحمل ومعمر وينتج الهكتار ١٢٠٠ كجم من البذور وينمو النبات إلى ١,٢ - ١,٥ متر مع أوراق مقسمة خضراء براقة وخيمات من أزهار صفراء. والمزروع F. capillaceum أطول من البرى ويحمل ثماراً ٦ - ١٢مم فى الطول والأصناف تختلف فى حجم البذور ومحتوى الزيت العطرى والمذاق. والبذور يجب أن تكون إهليلجية منحنية قليلاً ولونها رمادى خفيف مع عبير فواح حلو مشابه لليلنسون والعرق سوس. أما F. dulce فهى سنوية وأقل فى الطول حوالى ٣٠ سم مع أوراق كبيرة مقطوعة بدقة وسيقان خضراء -بيضاء باهتة.

التكوين

الأصناف الجيدة من الشمار تحتوى ٤ - ٦٪ زيت طيار وأهم مكوناته الأنيتول anethole (٥٠ - ٦٠٪) والفنشون ١٩ - ٢٢٪. والفنشون عديم اللون مع رائحة كافورية نفاذة وطعم مر. كما يوجد فى الزيت أيضاً كميات صغيرة من α-بينين α-pinene وفيتالدرين وكامفين وثنائى البنتين وميثيل تشيفيكول-أيدروكسى-فينيل أسيتون methyl chavicole-hydroxy-phenyl-acetone وليمونين. والشمار ينتج فى البلاد الأوروبية وروسيا وبه ٤ - ٥٪ زيوت طيارة وأما فى فرنسا فيعطى ٢,١٪ فقط مع مستويات أقل من الأنيتول ومذاق حلو نظراً لغياب الفنشون. أما الشمار الهندى فيحتوى على ٧٢٪ حمض طيار، والأوليورينون/ الراتنج الزيتى سائل بنى-أخضر وحوالى ٦,٥كجم من الأوليورينون تكافىء فى خواص النكهة ١٠٠ كجم من بذور الشمر المطحونة حديثاً.

وتستخدم بذور الشمر مع أوراقه مع السمك والأطباق البحرية وفى الشوربة ومع الخبز والسجق والمخلل والسلطة والدواجن وأطباق اللحوم وملء فطائر الفاكهة وفى الكورديات والليكير وفى الأدوية والصابون والروائح.

وله خواص مهدئة ويعتبر ذو فوائد فى معالجة أمراض الصدر والطحال والكلوة ويساعد فى منع الغازات ويزيد من إفراز اللبن ولذا يعطى للأمهات وفى الغرغرة وغسيل العين. (الشهابى وأمين رويحة)

والشمر يحتوى فى كل ١٠٠جم من البذور على جرامات : ٨,٨ ماء ، ١٥,٨ بروتين ، ١٤,٩ دهن وكربوايدرات (بالفرق) ٣٦,٦ ورماد ٨,٢، وألياف ١٥,٧ وبالمللیجرام: كالسيوم ١١٩٦ وحديد ١٩، ومغنيسيوم ٣٨٥ وفوسفور ٤٨٧، وبوتاسيوم ١٦٩٤، وصوديوم ٨٨ وخارصين ٤.

ويجفف أولاً فى الظل ثم فى مجففات ٤٠°م ويحفظ فى كرتونات مقفلة جيداً أو فى أكياس ورق. (Ensminger)

الأسماء: بالفرنسية fenouil، وبالألمانية Fenchel.

شمس

عباد الشمس **sunflower**

أنظر: زيوت نباتية.

شم

شم **to smell**

أنظر: رائحة.

شمام **sweet melon**

الإسم العلمى *Cucumis melo* var. *aegytiacus*

انظر: قاوون

شمرة بحرية sea fennel

الإسم العلمى *Crithmum maritimum*

الفصيلة/العائلة: الخيمية Umbelliferae

بعض أوصاف

تفضل الشقوق فى الصخور والتى يرشها الماء المالح.

وهى لبنية عديمة الشعر تتفرع كثيراً كل سنتين. تتحمل وتبلغ فى الإرتفاع ١-٢ قدم ولها سيقان لحمية صلبة لها أحرف طولية ولكن يمكن طيها وأوراق ريشية ثنائية أو ثلاثية مع وريقات سميكة عصيرية حوالى ٢/١ بوصة فى الطول. والأزهار لاتعيش طويلاً بيضاء أو مصفرة حوالى ٢/١ بوصة فى خيمة umbels ٠,٢٥ إلى ٢,٥ بوصة فى العرض وعددها ٨ - ٢٠ خيمة umbels والثمار (بذور) خضراء إلى أرجوانى غامق بيضاوية ومجنحة قليلاً.

والأوراق تخلل وتؤكل. (Everett)

شوفان/خرطال/هرطمان oats

إسم الجنس .*Avena* spp. L ومنه:

شوفان الربيع العادى أو الأبيض .*Avena sativa* L وهو hexaploid

أحمر مكيف للأجواء .*A. byzantina* Koch الأكثر دفئاً حيث يزرع كشوفان الشتاء

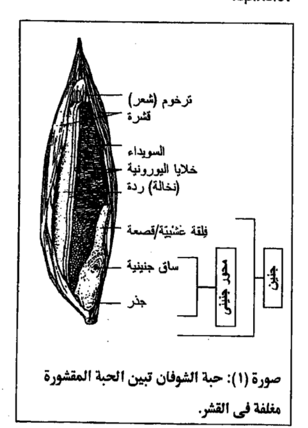
وهو يعتبر حشيشة ضارة ومنتشرة .*A. fatua* L

الفصيلة/العائلة: النجيلية Gramineae

(Hareland in Macrae)

وتهدف برامج التربية إلى الوصول إلى أصناف ذات محصول أكثر وجودة أعلا وهذه الجودة تتوقف على الغرض من الإستعمال مثل لون القشرة الأبيض وإختبار وزن عال. أكثرها يتعلق بالقيمة الغذائية والإتاء من الطحن. وتشمل بروتين الحبة ونسب الدهن والقشور. فللمساعدة على ضبط مرض السكر والكوليسترول فى الدم يربى الشوفان للحصول على أصناف عالية فى البيتاجلوكان، ولكن هذا غير مرغوب فى تغذية بعض أقسام الحيوانات. ويربى أيضاً لتحسين المحصول والجودة ومنع الترقيد/ضجعان lodging ومقاومة الأمراض والحشرات.

(والأزهار) العشكول panicle يتكون من محور النورة rachis وأفرع محور النورة rachis branches وسنيبلات spikelets وبها ١-٣ زهيرات florets خصبة والزهيرة تحتوى مايصبح بعد ذلك الحبة/السبرة caryopsis الناضجة والعنيق/زنيد rachilla فى الشوفان العارى (بدون قشور naked or hull-less) طويلة جداً وعادة ينتج ثلاث زهيرات خصبة أو أكثر فى كل سنيبلة spikelet.



صورة (١): حبة الشوفان تبين الحبة المقشورة مغلفة فى القشر.

الحبة الناضجة mature grain

تسمى الحبة/البرة caryopsis (حبة الشوفان المقشورة groats) وعند النضج تكون داخل القنابة lemma والحرشفة palea الليفية وهي التي تبقى بعد التذرية مكونة من القشور hull فيما عدا الأصناف العارية .والحبة caryopsis تكون ٦٥ - ٧٥٪ والقشر ٢٥-٣٥٪ من الحبة الكاملة للشوفان. وقد ذُكِر أن نسبة حبة الشوفان المقشورة groats تبلغ ٦٨,٢ - ٧٦,٤٪ ووزنها في كل ١٠٠٠ حبة ١٨,٧ - ٢٢,٧جم. وفي الشوفان العاري القنابة lemma والحرشفة palea كثيرة الأغشية وغالباً ماتزال أثناء التذرية والتنظيف. ويوجد شق crease في الحبة المقشورة groats في الجهة المقابلة للجنين يمتد بطول الحبة المقشورة groats. والحبة caryopsis مغطاة بشعر وحيد الخلية يسمى الترخوم trichomes.

ويتكون جدار الحبة caryopsis من عدة طبقات من الخلايا: الغلاف الثمري الخارجي pericarp والقصرة testa والبشرة epidermis وتوجد السويداء داخل طبقات جدر الحبة caryopsis ويتكون من خلايا الطبقة البروتينية aleurone والسويداء النشوية.

وتفرز خلايا الطبقة البروتينية aleurone إنزيمات حلمأة أثناء الإنبات لهضم نشا السويداء. والجدار والطبقة البروتينية aleurone تكون الردة وتكون ٢٨,٧ - ٤١,٤٪ من الحبة المقشورة groats.

ويتكون السويداء النشوي من خلايا برانشيمية كبيرة رفيعة الجدر تمتلىء بالنشا وتمثل تقريباً ٥٥,٨-٦٨,٣٪ من وزن الحبة الناضجة وتسمى في الطحن التجاري السويداء النشوي. وفي الجنين يمثل القصعة scutellum من ١,٠ - ١,٤٪ والمحور الجنيني embrionic axis ١,٧ - ٢,٦٪ من وزن الجريش groat.

التكوين الكيماوي chemical composition

أ- البروتين protein

يعتبر بروتين الشوفان أعلا جودة ونسبة عن بقية الحبوب بالنسبة لكل من العلف والحيوان وكذلك لتغذية الإنسان.

المحتوى البروتيني وتوزيعه: تبلغ نسبة البروتين في الأصناف المنزرعة من ١٥ - ٢٠٪ ويوجد في الحبة المقشورة groat ١٢-٢٥٪. ونسبة البروتين في الردة bran تختلف وتتراوح مابين ٢٠-٣٠٪ وتبلغ نسبة البروتين في القصعة scutellum حوالي ٣٠٪ وفي المحور الجنيني embryonic axis ٢٥-٤٠٪ وفي السويداء ٩-١٧٪.

وبالنسبة للذوبان فإن الشوفان كالأرز - على خلاف الحبوب الأخرى - بها نسبة منخفضة من البرولامين (ذائب في الكحول) ونسبة عالية من الجلوبيولين (ذائب في الملح) بالنسبة للحبوب الأخرى. والجلوبيولين غني نسبياً في الليسين فالبرولامين كان من ٧ - ١٣٪ من البروتين الكلي. والألبيومينات الذائبة في الماء ١٠ - ١٩٪ والجلوبيولين ٥٢ - ٥٦٪ والجلوتيلينات glutelins ٢١-٢٧٪. وعادة تعكس زيادة البروتين تحت الظروف البيئية المختلفة زيادة في الجلوبيولين globulin وبروتين الشوفان يبقى تكوينه من

الأحماض الأمينية شبه ثابت على مدى واسع من نسب البروتين.

وبالرغم من أن نسبة الأحماض الأمينية الضرورية ليسين وثريونين وميثيونين أعلا فى الشوفان عنها فى الحبوب الأخرى فإنها لازالت تعتبر أحماضاً أمينية محددة ونسب الليسين والثريونين تبلغ ٤,٢ ، ٣,٣ جم /١٠٠جم على التوالى وهى أقل مما توصى به هيئة الأغذية والزراعة (٥,٥ ، ٤,٠ جم/١٠٠جم على التوالى).

ب- الدهون lipids

يتميز الشوفان من بين الحبوب بإحتوائه على نسبة عالية من الدهون ولكن زيت الشوفان لايستخدم تجارياً ولكنه قد يسبب مشاكلاً فى الطحن بسبب التزنخ. ويدخل فى تركيب زيت الشوفان الحمض الدهنى الضرورى اللينوليك وتبلغ نسبة الدهن ٣,١ - ١١,٦٪ ومعظم الدهن غير مرتبط ويسهل إستخلاصه. وأحد التحليلات أعطت النسب الآتية: ميريستيك ٠,٦ وبالمتيك ١٨,٩٪ وستياريك ١,٦ وأوليك ٣٦,١٪ ولينولييك ٤٠,٥٪.

ج- السكريات العديدة polysaccharides

النشا: يحتاج نشا الشوفان إلى طرق إستخلاص تختلف عن تلك المستخدمة مع القمح. وقد أمكن الوصول إلى طرق طحن مبتل تعطى ٤٣ - ٦١٪ نشا مع نسب دهن وبروتين تبلغ ٠,٣ ، ٠,٤٪ على التوالى.

أما البيتاجلوكان فنصفه تقريباً يذوب فى الماء معطياً صمغاً لزجاً مسئولاً عن اللزوجة العالية لحبوب الشوفان الملفوفة فهو يوجد أساساً فى الطبقة تحت الطبقة البروتينية sub-aleurone للحبة المقشورة groats وهو به روابط بيتا-د-جلوكان β-D-glucan. وهو غير متفرع يتكون من وحدات ١-٤، ١-٣ بيتا د-جلوكبيرانوزيل β-D- 1-4,1-3-linked glucpyranosyl بنسب مختلفة. وهى تفيد فى خفض نسبة الكوليسترول وتحسين أيض الجلوكوز لمرضى السكر. وتتراوح نسب البيتاجلوكان فى الأصناف المختلفة بين ٣,٢ ، ٦,٣٪ ويشارك البيتاجلوكان فى تكوين الصمغ البنتوزانات وهى ل-أرابينوبيرانوز L-arabinopyranose.

د- المعادن minerals

يحتوى الشوفان على ٠,١١٪ كالسيوم، ٠,١٣٪ مغنيسيوم ، ٠,٤٧٪ بوتاسيوم ، ٠,٠٢٪ صوديوم و ٠,٣٨٪ فسفور ، ٠,٠٩٪ كلور ، وبالجزء فى المليون: ٤,٧٪ نحاس ، ٠,٠٥٠٪ كوبلت ، ٤٥ منجنيز، ٣٧ زنك. ومعظمها مركز فى الردة ولكن نظراً لأن الشوفان يستهلك كحبة كاملة فإن فائدته فى التغذية - خاصة للإنسان - عالية.

هـ- الفيتامينات vitamins

يحتوى الشوفان بالمليجرام/جم على: ثيامين ٠,٢٧، ريبوفلافين ٠,١٤، نياسين ٠,٩٧، حمض بانتوثينيك ١,٣٦، بيرودوكسين ٠,١٢، فوليك ٠,٠٦ وفيتامين هـ ١,٩٤.

المعاملة والإستخدام
processing & utilization

كان معظم الشوفان يستخدم كعلف خصوصاً للخيل. ومايستهلك كغذاء للإنسان يكون عادة كحبوب كاملة مما يفيد من الوجهة الغذائية. ومعظم إستهلاكه يكون فى الحبوب الساخنة والباردة

والخبز والبسكويت cookies وأغذية الأطفال.
والشوفان الملفوف rolled oats يستخدم كحبوب ساخنة. أما دقيق الشوفان فيستخدم كمكون للحبوب الباردة كما تستخدم منتجات الشوفان في منتجات الخبيز لإعطاء القوام المرغوب وزيادة الإحتفاظ بالرطوبة.
ومن المركبات التي تضفى خاصة مضاد الأكسدة على الشوفان الاسترات الجليسريدية لأحماض الهيدروكسي سيناميك hydroxy cinnamic والفيروليك ferolic والكافييك caffeic.
ومن القشور التي تحتوى ٢٩,٥٪ بنتوزان يمكن تحضير الفيرفيورال. وللقشور خواص ضد التسوس cariostatic التي ربما أدت إلى محليات للبان المضغ chewing gum قد تعطى حماية ضد تسوس الأسنان dental caries.

المعاملة

تبتدىء المعاملة بالتنظيف cleaning حيث يمر الشوفان على مصافى مخرمة مائلة أو إسطوانات reels من سلك تدور ببطء ووضعها أفقي. وتسمح الخروم أو الفتحات للشوفان بأن يقع خلالها في حين يحتفظ بالشوائب مثل السويقات والقش stalks & straw. ويستخدم السفط في إزالة الشوائب الخفيفة. ثم يدرج الشوفان ويخزن تبعاً لدرجة الشوائب وناتج الطحن ونسبة الرطوبة بحيث يكون الشوفان في كل مخزن متجانساً.
وعند المعاملة بعد ذلك يتعرض الشوفان لمعاملات تنظيف أخرى قبل الطحن لإزالة البذور الأخرى وتلك غير الصالحة للطبخ مثل صدر الشوفان bosom oats ودبوس الشوفان pin oats والشوفان الخفيف light oats وأى نوع آخر غير مرغوب.
ثم يتم في فاصل الطحن milling separator إزالة الأجزاء الخشنة والرفيعة بالسفط. ثم تدرج الحبوب بالنسبة لكل من الطول والعرض ثم يستخدم فاصل بالجاذبية لفصل الشوائب ذات الكثافة النوعية المختلفة، وفاصل "الغريب" paddy separator لفصل المواد ذات حجم وشكل وكثافة نوعية مماثلة للشوفان ولكن لها سطح ذو قوام مختلف surface texture. وبعد ذلك يصلح هذا الشوفان لإزالة القشرة.
وبعد ذلك يسخن الشوفان قبل إزالة القشرة لتثبيط إنزيمات الليباز وإعطاء نكهة التحميص المرغوبة. كما يجعل التسخين القشور أكثر قصافة more brittle مما يسهل إزالتها. وتصل درجة حرارة الشوفان في التسخين إلى ٨٨ - ٩٣°م ونسبة الرطوبة إلى ٧ - ١٠٪ ثم يبرد الشوفان.
وفي التقشير يستخدم مقشرات بالصدمة impact hullers فتدخل حبوب الشوفان المجففة والمدرجة إلى منتصف مراوح rotor سريعة تقذف بالحبوب بالقوة المركزية الطاردة على كربوراندم أو حلقة مطاطية صلبة حيث تفصل الحبوب المقشورة groats من القشور بالصدمة والإحتكاك. وتبلغ سرعة المروحة rotor ١٤٠٠ - ٢٠٠٠ دورة في الدقيقة وتزال القشرة والأجزاء الرفيعة fines بالسفط. وتلمع الحبوب المقشورة groats بالإحتكاك الخفيف في إسطوانة أفقية تسمى الفراكة scourer والحبوب التي لم تقشر تفصل وتعاد للمُقَشِرَات مرة أخرى.

القطع وعمل الرقائق cutting and flaking

الحبوب المقشورة groats الكاملة تُعطِي رقائق كبيرة عند لفها أو ترقيقها rolled ولذا فهي تقطع إلى ٢-٤ قطع متجانسة قبل اللف أو الترقيق rolling. وتهيىء الحبوب المقشورة groats المقطوعة قبل اللف بمعاملتها بالبخار حيث تعمل الحرارة والرطوبة على ربط الحبوب المقشورة groats المبطلة معاً وتمنع تفتتها أثناء اللف أو الترقيق وكل من الحرارة والرطوبة يجب أن تكون ثابتة ومتجانسة لإعطاء رقائق ذات جودة وبإتاء عال. فتبقى الحبوب المقشورة groats المقطوعة في البخار ١٢-١٥ دقيقة وترفع درجة حرارة الحبوب المقشورة groats إلى ٩٩ - ١٠٤°م. ومن هذه المعاملة تذهب الحبوب المقشورة groats إلى الإسطوانات التى تدور بنفس السرعة (٢٥٠-٤٥٠ لفة فى الدقيقة) وفى نفس الإتجاه. وتنتج رقائق flakes رفيعة (٠,١٠ - ٠,٠١٥ بوصة) لإنتاج الحبوب المقشورة للشوفان الفورى أو سريع الذوبان، أما الرقائق للحبوب المقشورة العادية فتزيد فى السماكة بمقدار ٥٠ - ٧٥٪. ثم تمر الرقائق على مصفاه هزازة لإزالة الدُّقَاق fines والمتكتلات agglomerations من الرقائق زائدة الطبخ، ثم تبرد الرقائق إلى ٤٣°م وتكون معدة للتعبئة packing.

دقيق الشوفان oat flour

بعد التنظيف والتدريج والتجفيف والتقشير كما فى تحضير الرقائق يتم تحضير الحبوب المقشورة groats لتحضير الدقيق وهذه تعامل بالبخار قبل الطحن لتحسين الثبات وللتثبيط الكامل للإنزيمات الليبوليتية. ويستخدم محبب دوًار rotary granulator لتقطيع الحبوب المقشورة groats بعد ذلك. ثم تطحن بواسطة مطحنة ذات مطارق تعمل بالصدمة والناتج المطحون ينخل للحبيبات ذات الأحجام المرغوبة بواسطة منخل دوًار gyratory sifter.

(McMullen & Hareland in Macrae)

الأسمـاء: بالفرنسية (f) avoine وبالألمانية (der) Hafer.

شاك

تين شوكى
Indian fig/nipal/prickly pear

أنظر: تين

شاه

شاه ewe

أنظر: خروف

شاح

شيح/المبذول (فى الشام) absinthe

الإسم العلمى *Artemesia herba-alba*

الفصيلة/العائلة: المركبة Compositae (daisy)

من نوع حوليات أو عشب كل سنتين والأوراق ناعمة الحروف أو مقطعة إلى فصوص والأزهار ذات رؤوس صفراء أو مبيضة والثمار فقيرات achenes. وذكر أنه يُفرِز مناً فى سيناء. (الشهابى)

الشيلم/جاودار rye

الإسم العلمى *Secale cereale*

الفصيلة/العائلة: النجيلية Gramineae (grass)

Secale cereale L. ثنائى الصبغيات diploid وتم تطوير رباعى الصبغيات tetraploid وهو ذو تلقيح مختلط cross-pollinated.

وتوجد صبغات الأنثوسيانين فى الطبقة البروتينية aleurone layer وفى غمد البرعم الأولى coleoptile والورقة الأولى first leaf وقاعدة الساق stem base والعقد nodes وفى السُلّميات العليا upper internodes وفى المتك/المئبر anther.

تربية الشيلم rye breeding

أدخِلت تحسينات على حجم البذرة والمحصول ومقاومة الشتاء winter hardiness وإرتفاع النبات plant height. أما مقاومة الأمراض فليست مشكلة فى الشيلم فيما عدا ربما الإرجوت الذى يسببه الكائن *Claviceps purpurea*.

شكل وخصائص الحبة
morphology & kernel characteristics

الشيلم نبات حولى annual وإن كان من الممكن أن تنبت من الجذامة stubble والجذور رفيعة وقوية والسيقان والأوراق لها غطاء بشرى شمعى epidermal coating والتزهير سنبلة طويلة بها ٣ سنيبلات inflorescence ثلاثية مزهرة three flowered spikelets أعلاها والقنابات السفلية lemmas عليها سَفاة awned والحبة لها ذقن bearded والأزهار عادة عديمة الإلقاح الذاتى self-sterile. والحبة الناضجة أرفع من حبة القمح ولونها أصفر رصاصى grayish yellow وتتراوح فى الطول من ٤,٥ – ١٠مم وفى العرض من ١,٥ – ٣,٥مم ومتوسط وزن الحبة هو ٢١جم لكل ١٠٠٠ حبة. ويمثل الغلاف الثمرى من ١١,٤ – ١٣,٠٪ منها والطبقة البروتينية تتراوح مابين ١٠,٨ – ١٢,٢٪ والجنين embryo من ١,٤ – ١,٨٪ والقصعة (الفلقة العُشبية scutellum) من ١,٧٣ – ٢,١١٪ والسويداء من ٧١,١٦ – ٧٤,٥٦٪

ظروف النمو growing conditions

ينمو الشيلم فى جو بارد غير رطب ويقاوم الشتاء البارد أحسن من الحبوب الأخرى. ولايحتاج إلى تربة خاصة وهو يزرع فى الخريف وأحياناً فى الربيع ولكن أصناف الربيع تكون أقل جودة و٩٠٪ منه يزرع فى أوروبا خاصة روسيا.

وتخزين الشيلم يستلزم تجفيف الحبوب إلى حوالى ١٢٪ رطوبة وتخزن تحت ظروف باردة. ودقيقه الكامل لايمكن تخزينه بأمان طالما فى (الدرجة الأولى patent or straight grain flours) وتساعد درجات الحرارة أو نسب الرطوبة العالية على إسراع التدهور.

درجات وأقسام الشيلم
rye standards & grades

يختلف تدريج الشيلم من بلد إلى آخر ولكنه عادة يبنى على الخصائص الخارجية للحبوب external characteristics وإن دخل نشاط إنزيم

الألفاأميلاز أحياناً. ومن العوامل التى تدخل فى التدريج: اللون والرائحة والطعم ونسبة الرطوبة والمواد الغريبة والحبوب التالفة. وفى قيمة الطحن milling value يدخل الزجاجية vitreousness وتجانس حجم الحبيبة والرماد وإختبار الوزن ووزن ١٠٠٠ حبة وإختبار الطحن فى المعمل. وفى قيمة الخبز baking value الإنبات والخصائص الإنسيابية rheological properties وإختبار الخبز وربما غيرها.

طحن الشيلم rye milling

ينظف الشيلم بالمغناطيس والـ entoleter والفراكات scourers والسفاطات aspirators ومزيلات الأحجار stoners. وينقع الشيلم لمدة ٦-١٥ ساعة لتصل نسبة الرطوبة إلى ١٢,٥ – ١٥,٥٪ تبعاً لطراوة softness وزجاجية vitreousness الحبوب ثم يطحن إلى دقيق حيث يمر فى (٥) إسطوانات للكبس وإزالة الـردة (١) bran buster 1 وإسطوانة للتدريج بالحجم و (٧) إسطوانات لتنقيص الحجم 7 reduction rolls وإسطوانة للتذييل tailing roll وجميع الإسطوانات متعرجة corrugated. وربما كانت هناك إختلافات بين المطاحن المختلفة فى البلاد المختلفة.

دقيق الشيلم rye flours

نسبة الإستخلاص فى الولايات المتحدة تبلغ حوالى ٨٥٪ وفى كندا ربما وصلت إلى ٦٧٪. وفى الولايات المتحدة ربما تم معاملة دقيق الشيلم الأبيض بالكلور بإضافة ٠,١٩ – ٠,٣١جم كلور إلى كل ١ كجم دقيق. ودرجات دقيق الشيلم فى الولايات المتحدة هى الدقيق الأبيض white والمتوسط medium والغامق dark والجريش meal. ويدخل فى تحديدها نسبة الرطوبة وهذه لاتزيد عن ١٤,٥٪ ونسبة الرماد ونسبة البروتين واللون وحجم الحبيبات.

تكوين المغذيات فى الشيلم
nutrient composition of rye

تختلف نسب البروتين (٩ – ١٥٪) والبنتوزان (٧ – ١٠٪) ووزن ١٠٠٠ حبة (١٢,٠ – ٣٢,١٪جم) والرماد (١,٦١ – ٢٢,٤٪) والنشا (٥٦,١ – ٦٤,١) بدرجة كبيرة تبعاً للصنف وظروف الزراعة والأحوال الجوية.

وفى الطحن يمكن خلط نواتج أنهار الطحن streams للحصول على الدقيق تبعاً لمتطلبات الخبز.

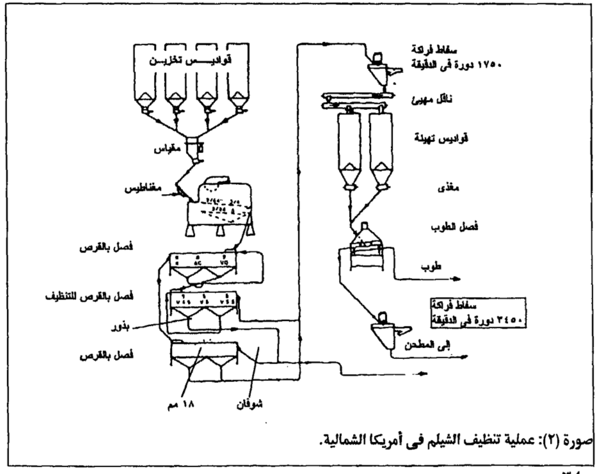
وكما تختلف نسب البروتين فإن مكوناته أيضاً تختلف فأرقام الألبيومين هى ١٥,٢٪ و ٣٤,٧٪ والجلوبيولين ١٨,٥٪ ، ١٠,٧٪ والبرولامين ٤٠,٢ و ١٩,٠ مثلاً.

كما تختلف صورة الأحماض الأمينية فى البروتينات المختلفة وفى البلاد المختلفة وفى الأجزاء المختلفة لحبة الشيلم. وأول الأحماض الأمينية المحددة هو الليسين (٣,١٨ – ٤,٥٤جم/١٠٠جم بروتين) وأعلا حمض أمينى هو الجلوتاميك (٢٣,٧ – ٣٠,٥١جم/١٠٠جم بروتين).

وهناك أصناف عالية فى البروتين وأخرى فى الليسين.

فرئشة
جعدة
حزم وعائية
سويداء وسطى
سويداء مخروطى
سويداء طرفى
خلايا أليورونية
٠,٥ مم
قصعة (فلقة عشبية)
غمد البرعم الأولى
رويشة
جذر
أغلفة وقلنسوة
٠,٥ مم
أدمة
بشرة
تحت البشرة
خلايا ذات جدر رفيعة
خلايا عبر
قصرة
بشرة نووية
خلايا أليورونية
خلايا أنبوبية
سويداء طرفى
سويداء مخروطى
نوية الخلية
حبيبات نشا
بروتين تخزين
جدار الخلية
خلايا الثمرة
١٠٠ ميكرومتر

صورة (١): قطاع طولى وعرضى فى الشيلم.



صورة (٢): عملية تنظيف الشيلم فى أمريكا الشمالية.

ويعتبر الشيلم أحسن من القمح كمصدر لليسين ومحتواه من الأحماض الأمينية الضرورية الميثيونين والسستين والفالين والفينيل ألانين والتيروسين تحقق المستويات التي تتطلبها هيئة الصحة العالمية. ونسبة كفاءة البروتين (ن.ك.ب PER) لحبة الشيلم الكاملة هى ١,٦.

وإذا قورن نشا الشيلم مع نشا قمح ربيع أحمر صلب فإن الإختلافات تكون صغيرة فتبلغ نسبة النشا فى الشيلم ٧٢,٣ ونسبة النتروجين فيه ٠,٠٤٪ والرماد ٠,٣٧٪ والدهن ٠,٩٨٪، ومتوسط القطر ٢٨,٢ ميكرون µ والأميلوز نسبته ٢٤,٥-٣٠,١٪ ومقدرة ربط الماء ٨٦,٥ واللزوجة الذاتية intrinsic ١,٩٦ ودرجة حرارة نهاية الانفصال الانكسارى للأشعة المستقطبة ٥٩,٦°م birefringence end point ودرجة حرارة الجلتنة ٩,٦°م والكثافة المطلقة على ٣٠°م ١,٤٢٠٩.

وأهم السكريات السكروز (١,٣١٪) والرافينوز (٠,٨٪) وزن جاف. وتبلغ نسبة الدهن فى الشيلم ٢,٩٩٪ موزعة على الردة ٣,٢٪ والسويداء ٦٢,٣٪ والجنين ٣٤,٥٪. وأهم الأحماض الدهنية الداخلة فى تركيبه هى اللينولييك ٥٧,٧٪ والأولييك ١٧,١٪ واللينولينيك ٧,٣٦٪ والبالمتيك ١٤,٠٨٪.

وتختلف نسبة الفيتامينات والمعادن فى الشيلم تبعاً للصنف ودرجة النضج وظروف الزراعة. ولايختلف محتواه من الفيتامينات عن الحبوب الأخرى كثيراً فيما عدا النياسين الذى يقل فيه عن الحبوب الأخرى. فالمحتويات بالميكروجرام/جم هى: ثيامين ٧,٧ والريبوفلافين ٢,٩ والنياسين ١٥,٣ والبيوتين ٠,٠٥٤ والفولاسين ٠,٤٩ وحمض البانتوثينيك ٦,٣ وفيتامين ب٦ ٣,٤ والتوكوفيرولات ألفا ١٣,١ وبيتا ٣,٩ وألفا ٣ (١٤,٨) وبيتا ٣ (١١,٨) (وزن جاف).

والمعادن تبلغ نسبها فى الحبة الكاملة بالمليجرام/١٠٠جم وزن جاف: بوتاسيوم ٤١٢ - ٥٢٠ والفسفور ٣٠٠ - ٣٨٠ والمغنيسيوم ٩٢-١٣٠ والكالسيوم ٣١ - ٧٠ والصوديوم ٢٠ - ٢٦ والحديد ٢,٧ - ١٠ والمنجنيز ٢,٥ - ٧,٥ والزنك ٣,٤ والنحاس ٠,٦ - ٠,٩.

وتتأثر نسب المكونات المختلفة فى الدقيق تبعاً لنسبة الإستخلاص وكلما إنخفضت نسبة الإستخلاص قلت نسب المكونات فيما عدا النشا التى تزيد فتبلغ نسب البروتين والنشا فى إستخلاص ١٠٠، ٨٥، ٧٥٪ نسب ٧,٩٨، ٧,٣ و ٦,٧ للبروتين، ٦٤,١٠، ٧٣,٠ و ٧٥,٠ جم/١٠٠جم للنشا على التوالى.

العوامل المضادة للتغذية فى الشيلم
antinutritional factors in rye

تشمل المواد السامة ومثبطات التغذية فى الشيلم والتى تؤثر على الهضمية وإتاحة بعض المغذيات فى الإنسان و/أو الحيوان الأرجوت والريزورسينولات resorcinols والفيتات ومثبطات الإنزيمات.

وتبلغ الإصابة بالأرجوت فى بعض الأحيان مستوى الوباء وكما سبق ذكره فهو ينتج عن فطر الـ *Claviceps purpurea* الذى ينتج قلويدات تحتوى السكليروتيا sclerotia.

ويحتوى الشيلم على نسب أعلا من الريزورسينولات resorcinols عن الحبوب الأخرى وتسبب هذه

المركبات قلة تناول الطعام وإنخفاض معدل زيادة الوزن فى الماشية والخراف والخنازير والدواجن والخيل. ومعظم هذه المواد تذهب أثناء الطحن إلى الأجزاء المستخدمة فى علف الحيوانات. ومايذهب منه مع الدقيق يتكسر ٢٠٪ منه أثناء الخبز.

وتمثل الفيتات ٣٥-٩٧٪ من الفسفور الكلى وتكون مركبات غير متاحة مع المعادن. ويعمل إنزيم الفيتاز على تكسير بعض الفيتات أثناء التخمير. وتسخين دقيق الشيلم يهدم بعض مثبطى إنزيمى التربسين والكيموتربسين.

الإستخدامات الغذائية للشيلم

food uses of ryes

توجد أنواع كثيرة من الخبز والأرغفة الأقراص rolls تحضر من الشيلم فى العالم فألمانيا الغربية تحضر أكثر من ٢٠٠ صنف خبز شيلم مثلاً.

ويختلف لون لب الشيلم من أبيض إلى غامق جداً وفى الشكل من المستدير إلى المطاول elongated (طويل) وفى الطعم من حمضى خفيف إلى نكهة قوية حمضية. وقد يضاف دبس السكر molasses و/أو دقيق البطاطس و/أو السكر و/أو دهن التنعيم shortening و/أو مخيض اللبن butter milk و/أو جوامد لبنية dry milk solids إلى المكونات الرئيسية لصناعة الخبز (دقيق الشيلم والقمح والماء والخميرة والملح) بغرض تحسين النكهة أو اللون أو القيمة الحفظية للناتج.

وقد يستخدم دقيق الشيلم فى عمل بسكويت مالح crackers أو كخليط مع دقيق القمح فى عمل البسكويت الحلو cookies.

ويستخدم دقيق الشيلم أيضاً كمالىء filler فى الصلصة والشوربة وقد تحضر رقائق من الشيلم لحبوب الإفطار.

ويمكن تقسيم دقيق الشيلم بالهواء إلى أجزاء غنية أو فقيرة فى البروتين والأخيرة تصلح للإستخدام مع الشكولاتة أو مع الخليط ذى اللون الغامق.

ويستخدم معبئوا وصانعوا اللحوم دقيق الشيلم كمالىء ورابط binder فى عمل السجق.

كما يمكن تخمير الحبوب لإنتاج مشروبات كحولية أو كحول.

الإستخدامات الصناعية للشيلم

industrial uses of rye

تستخدم صموغ الشيلم الذائبة وغير الذائبة فى صناعة الورق. وكذلك يستخدم نشا الشيلم فى اللصق نظراً لإرتفاع قدرته الربطية للماء. كما يستخدم فى الغراء والكبريت وصناعة اللدائن وفى ربط القريصات.

الشيلم فى تغذية الحيوانات

rye as animal feed

فى بعض البلاد يذهب معظم الشيلم إلى تغذية الحيوانات كما يستخدم النبات فى الرعى والقش hay يحرث فى الحقل للتسميد والتبن straw يستخدم كفرشة للحيوانات.

وحبوب الشيلم إذا إستخدمت بكمية كبيرة فى تغذية الحيوانات تؤدى إلى نمو أبطأ بالنسبة للحبوب الأخرى بسبب مايحتويه الشيلم من مثبطات التغذية ويسبب تناول أقل لهذه الحبوب.

وقد إقترح إستخدام دقيق الشيلم فى حيوانات الهواية (التسلية) لجودة بروتينه ولسهولة هضم النشا ولأن البنتوزانات لها قوة ربط كبيرة للمياه. أما اللون فليس مشكلة لأن معظم أغذية حيوانات التسلية غامقة.

(Lorenz).

الأسماء: بالفرنسية seigle وبالألمانية Roggen.

شلجم/سلجم colza

أنظر: سلجم

شليك strawberry

أنظر: فراولة

شيجيلا shigella

أعضاء الجنس البكتيرى *Shigella* تسبب المرض شيجلوسيس (دوسنطاريا العصويات) وهو يؤثر فقط على الأدميين والرئيسيات primates والعدوى عادة محدودة ولكنها قد تهدد الحياه للأطفال ولكبار السن وضعيفى الأغذية. والكائنات تنتقل خلال الغذاء أو الماء المعدى ببراز الإنسان المعدى ويمكن أن ينتقل من إنسان إلى إنسان.

الكائن the organism

جنس الـ *Shigella* يوجد فى العائلة Enterobacteriaceae وهى قضبان صغيرة مستقيمة سالبة لجرام غير متحركة وغير هوائية إختيارياً. ومع السكر تبقى بدون إنتاج غاز فيما عدا بعض الحالات القليلة. وعلى أساس تماثل د.ا.ر.ن DNA فإن الـ *Shigella* قريبة جداً من الـ *Escherichia coli* ويصعب التفرقة بينهما. والـ *Shigella* تسبب داء الشِيغِلات shigellosis فى حين أن *E. coli* لاتسببه. وجنس *Shigella* يحتوى أربعة أنواع على أساس المناعة والإختلافات الكيماوية الحيوية *S. dysenteriae*، *S. flexneri*، *S. sonnei* و *S. boydii*.

والـ *Shigella* لاتتنافس جيداً مع أنواع الكائنات الحية ولكنها معروفة بأنها تبقى لعدة أسابيع على أشياء غير حية مخزنة على < ١٠°م وعلى الأغذية المخزنة على ≥ ٢٥°م. وتبقى فى ٢٥٪ محاليل ص كل لمدة على الأقل ٩ أيام على ≥ ٢٥°م. ويثبط النمو على جيد ≥ ٦,٠ عندما يعمل ضبط الـ جيد بأحماض عضوية ولكنها تستطيع البقاء فى الألبان المخمرة المبردة على جيد ٤,٠ - ٤,٢ ومدى درجات حرارة النمو هو ٧ - ٤٦°م ولكنها لاتبقى بعد التسخين على ٦٣°م لمدة أكثر من ٥ق.

المرض the disease

مدة التحضين لداء الشِيغِلات shigelosis هى عادة ١٢ - ٥٠ ساعة (المدى < ١-٧ أيام) والمرض قد يبقى لمدة أسبوعين. وينتج المرض عن أخذ ١٠ - ١٠٠ خلية بكتيرية والمرض يتسبب عن أن الكائنات الدقيقة تلتصق بسطح الظهارة المعوية فى القولون ويغزو الخلايا الظهارية ويتزايد داخل الخلايا ويقتل الخلايا العائلة ثم تنتشر للخلايا

المجاورة والأنسجة الضامة. وهي مقصورة على السطح المخاطي وينتج عنها تفاعلات التهابية. وينتج خراريج وتقرحات قد تكون ناتجة عن زعاف.

وأحسن علاج هو إعطاء ماء عن طريق الفم أما مضادات الحياه فهي غير مرغوبة لأنه مقاوم لها.

ولمقاومة منعه يجب إتباع الوسائل الصحية فكلورة الماء ومنع الحشرات والقوارض وكذلك أخذ الفاكسين vaccination ولكنه للأسف غير موجود حتى الآن. (Macrae)

شيكوريا/هندباء chicory

الإسم العلمي *Chichorium intybus* L.

الفصيلة/العائلة: المركبة Compositae

الشيكوريا البرية هيئت لدورة زراعية من سنتين. ويستخدم جذر النبات لعمل مشروبات "القهوة".

الزراعة والتجفيف والتحميص

ثلاثة أشكال من البذور تستخدم: البذور العارية العادية والبذور المغطاه بالصباغ ومضادات الفطر والبذور المعمولة في قريصات مع مغذيات ومضادات للفطر والمبيدات. والبذور المغطاه والمعمولة كقريصات تسهل عمق البذر فالحماية وظرف الإنبات تكون مثلى في البذور القريصات.

ويحتاج الشيكوريا إلى مدة زراعة تبلغ ١٦٠ يوماً ولحصدها يستخدم مكن يؤدي جميع عملية الحصد فيقطع الأوراق ويرفع الجذور ويجمعها في حاويات وينقلها إلى قطيرات trailers. ويبلغ المحصول ٣٠ - ٤٥ طن/هكتار ويتوقف على الجو وظروف التربة. وتصل جذور الشيكوريا إلى مصنع التجفيف وتخزن في أكوام تبلغ في الإرتفاع ٣متر حتى المعاملة.

وتمر الشيكوريا في خطوات لتصبح مسحوق ذائب: التخزين ← الغسيل ← القطع ← التجفيف ← التبريد ← الملء ← تجفيف بالرذاذ ← إستخلاص ← تحميص ← تخزين.

والغسيل يشتمل على عدة خطوات ويعمل على أساس الإنسياب المعاكس counter flow principle. وتغسل الجذور بماء نظيف أثناء الخروج. وتقطع الجذور إلى شرائح ٦ × ٢٢مم في العرض ولها أطوال مختلفة ومكعبات مابين ١٢ - ١٦ مم وتنتج أيضاً كتل لها سماكة أكثر من ١٦ مم.

وينتج عن التجفيف أن تنقص المياه في الشيكوريا من ٧٥ إلى ١٢٪ ويستخدم إسطوانات دوارة rotary drum driers داخلها حواجز baffles تعمل طول الوقت وهي تسمح بإتصال مباشر لغازات الإحتراق بالمواد المقطوعة. وتتحرك الشيكوريا في الإسطوانة الدائرة ببطء في نفس إتجاه الهواء الساخن ودرجة حرارة الهواء الساخن عند المدخل تصل إلى ٤٠٠ - ٥٠٠°م وعند الخروج حوالي ١٢٠°م. وتترك الشيكوريا المجففة الإسطوانة على درجة حرارة حوالي ٨٠°م والتبريد والتجفيف النهائي يتم على أحزمة نقل مهواه جيداً. ويتخلص بالنخل من أجزاء الشيكوريا الناتجة عن الكسر والإحتكاك والشيكوريا المجففة ذات نسبة رطوبة أقل من ١٢٪ تعتبر ثابتة ويمكن تخزينها لسنين.

أما تحميص الشيكوريا فيجرى بطريقة الدفعات بإستخدام مُحَمِصَات إسطوانية drum roasters ودورة زمن طويلة. والإسطوانة الدائرة تسخن بالغاز ويضاف زيت بباقي ١٪ من وزن الشيكوريا لربط الغبار ولمنع إلتصاق الشيكوريا بجدران المُحمِص والحواجز. وغازات الإحتراق توجد أولاً حول الإسطوانة ثم تسحب خلالها فتزال الرطوبة من الشيكوريا وفى المراحل الأخيرة من التحميص يقلل إدخال الحرارة على خطوات والغازات المسخنة تسحب خارج الإسطوانة ويحدث التحميص على ١٧٠ - ١٨٠°م وبعد تحميص لمدة ٦٠ - ٨٠ق تصل الشيكوريا إلى اللون المطلوب وتخرج إلى حيز التبريد. ويبلغ الفقد فى التحميص فى مدى ١٥ - ٢٥٪. والشيكوريا المحمصة المطحونة تخلط مع القهوة أو الحبوب وتسوق كمخاليط قهوة أو بدائل قهوة.

الإستخلاص والتجفيف بالرذاذ
extraction & spray drying

الشيكوريا المحمصة تستخلص أكثر مع مخاليط من القهوة المحمصة أو الحبوب المحمصة عن إستخلاصها لوحدها. والإستخلاص مع القهوة أو الحبوب يتم فى بطاريات وَشْل percolation batteries وهى تتكون من ستة أعمدة تتصل فى سلاسل. ويضخ الماء الساخن فى العمود الذى يحتوى المادة المحمصة الأكثر إستنفاذاً ويمر فى إتجاه معاكس للساعة خلال المصنع وأخيراً يدخل العمود ذى المادة المحمصة الطازجة. ويتوقف تركيز المستخلص الخارج على عدة عوامل منها تكوين الخليط الداخل ويختلف فى تركيزه من ١٥ - ٣٠٪. وكل عمود به مخلوط مستنفذ يحل محله مخلوط تحميص جديد. ودرجات حرارة الماء الداخل قد تصل إلى ١٨٠°م مع مخاليط من البن والشيكوريا أو حتى ١٤٠°م مع مخاليط من الشيكوريا والحبوب. والمبادلات الحرارية الموضوعة بين الأعمدة تخفض درجات حرارة المستخلص فى أطوار إلى ٩٠°م فى العمود الذى به الخليط المحمص الطازج. وإتاء الإستخلاص وتركيز الخروج يزيد مع درجات الحرارة. ولما كانت الشيكوريا تحتوى نسباً عالية من الكربوايدرات الذائبة فإنه يمكن إستخلاصها على درجات حرارة أقل من ١٠٠°م. وإستخلاص الشيكوريا وحدها يحدث فى ناقلات مخروطية مزدوجة أو كباس أيدروليكى hydraulic piston presses. ومستخلصات الشيكوريا النقية يتم خلطها بمستخلصات البن أو الحبوب فى معظم الأحيان والمستخلصات السائلة تركز أحياناً قبل تجفيفها بالرذاذ أو تخلط مع شراب الجلوكوز من أجل تحسين الخواص التجفيفية للمستخلص.

ويتم التجفيف بالرذاذ للمستخلصات السائلة ذات تركيزات مواد صلبة من ٣٠ - ٤٥٪ فى أبراج طويلة حيث يضخ المستخلص تحت ضغط عال خلال فوهة ويشتت إلى قطيرات صغيرة. وفى الجزء الأعلا من البرج يتبخر بخار الماء فى الهواء الساخن، وفى الجزء الأسفل يسحب الهواء والمسحوق المنفصل يجمع فى قواديس. والمساحيق الفورية وبها ٣٠٪ رطوبة تملأ فى حاويات مضادة لبخار الماء وتقفل.

التكوين والأصناف

الجدول (١) يعطى تكوين صنفين من الشيكوريا على أساس الوزن الجاف.

جدول (١): تكوين (جرامات/١٠٠جم) من أصناف الشيكوريا.

المكون	الأصناف الممتازة فى:	
	جودة الجذر	جودة الحقل
وزن جاف[أ]	٢٦,٩	٢١,٧
مادة يمكن استخلاصها[ب]	٨٢,٢	٨٠,٠
التكوين[ب]		
أنيولين	٦٤,١	٥٧,٨
سكروز	٥,٣	٧,٨
بروتين	٤,٥	٥,٥
أحماض أمينية	١,١	١,٥
أحماض عضوية	٢,٦	٣,٢
ألياف	١٣,٦	١٦,١
معادن	٤,٠	٥,٠
غير ذلك	٤,٨	٣,١

أ: على أساس وزن الجذر.

ب: على أساس الوزن الجاف.

ويبلغ محتوى الماء فى بذور الشيكوريا الطازجة ٧٠ – ٨٠٪ تبعاً للصنف والتربة والأحوال الجوية. والمواد الصلبة فى الشيكوريا المطحونة بدقة يمكن إستخلاصها فى ماء يغلى إلى ٨٠٪. والشيكوريا تتميز بأن المكون الرئيسى هو عديد السكريات الأنيولين ويبلغ وزنه الجزيئى ٦٠٠٠ ويكون حتى ٦٥٪ من المادة الجافة فى الجذر وبه ٣٥ وحدة جزىء فركتوز متصلة فى خط مستقيم مع جزىء جلوكوز فى النهاية. وتكمل سلسلة الأنيولين بجزىء سكروز وعلى ذلك فهو ليس له قوة إختزال كما أن الجذور بها ٥٪ سكروز و١٥٪ ألياف. وأثناء الإستخلاص تبقى الألياف غير ذائبة فى المتبقى. أما المركبات النتروجينية فتصل إلى ٦٪ وتشمل بروتيناً وأحماضاً أمينية. وتصل نسبة الأحماض العضوية حوالى ٣٪ ومنها ٣٠٪ حمض الطرطريك و٣٠٪ حمض السيتريك. والمعادن تصل إلى ٥٪ فى البذور ومن أهمها البوتاسيوم والكالسيوم والفوسفات والكبريتات. كما تحتوى الجذور على لاكتوسين lactucin ولاكتوكوبيكرين lactucopicrin فى نسبة ٠,٤٪. وهذه اللاكتونات مسئولة عن الطعم المر فى الشيكوريا المجففة والطازجة وكلاهما ينحل تماماً أثناء التحميص.

وهناك علاقة سلبية بين جودة الحبة وإتاء الحقل. وتربية الشيكوريا تهدف إلى الجمع مابين هاتين الخاصيتين. وصنف ذو جودة جذر عالية يكون به نسبة أنيولين عالية ومواد جافة وذائبة وبالعكس صنف ذو إتاء حقل عال له وزن جزر عال ونسبة عالية من البروتين والمعادن. ولهذه الصفات المتضادة فإن إتاء الجذور الطازجة والإتاء المحسوب من المواد الجافة والمواد الصلبة الذائبة يعطى فى جدول (٢).

جدول (٢): إتاء (طن/هكتار) من أصناف الشيكوريا.

	صنف ممتاز فى:	
	جودة الجذر	إتاء الحقل
جذور طازجة	٤٠,٧	٤٦,٩
مادة جافة[أ]	١٠,٩	١٠,٣
أحماض ذائبة[أ]	٩,٠	٨,١

أ: من القيم فى جدول (١).

وحساب التكاليف لمعاملة الشيكوريا المجففة من جذر طازجة ينتج عنه فرق فى السعر حتى ٢٠٪ عندما تستخدم جذر من صنف جيد. والمصروفات تنقص كثيراً لجذور من صنف عالى الجودة حيث أن كمية الجذر المطلوبة وكمية الماء المزال أثناء التجفيف أقل.

تغيرات التكوين أثناء المعاملة
changes in composition during processing

درجات الحرارة المرتفعة فى أكوام الجذور أثناء مدد التخزين الطويل تساعد على حلمأة عديد السكريات بواسطة الإنزيم أنيوليناز inulinase الموجود فى الجذور. والسكريات المولدة تساعد على فقد المادة كنتيجة لتنفس الجذور وبسبب الإنحلال خلال الكائنات الدقيقة. وعلى ذلك فيجب ألا تخزن الجذور لمدة طويلة على درجات حرارة عالية حتى تقل حلمأة الأنيولين إلى أقل قدر ممكن وحتى تُتَجَنب أسباب أخرى للفقد. وأفضل ظروف التخزين هى درجات حرارة حوالى ٥°م ورطوبة هواء حوالى ٩٥٪ وهذا لايمكن تحقيقه فى الواقع.

ودرجات حرارة عالية أثناء التجفيف تؤدى إلى إنتفاخ الأجزاء المبتلة من الشيكوريا وتبقى المسافات الفارغة فى الداخل بعد التجفيف وهذا يقلل من تماسك المكعبات أو الشرائح ويزيد من الميل للكسر أثناء النقل. وأجزاء الشيكوريا ذات الأبعاد الأكبر تترك المجفف الإسطوانى ولازالت مراكزها خضلة moist وأثناء التخزين تتقدم حلمأة الأنيولين بمعدل يتوقف على محتوى الرطوبة ويزداد محتوى السكر. والشيكوريا المجففة تظهر عادة لون براق ومحتوى منخفض من السكريات المختزلة وكميات عالية من المواد الصلبة التى يمكن إستخلاصها ومن الأنيولين. والألوان الخارجية الأغمق والحروف المحروقة للشيكوريا المجففة يعزز إمتصاص الرطوبة أثناء التخزين ويجعلها أصعب فى الحصول على مُحَمَص متجانس. والمحتويات الأعلا من السكر فى الشيكوريا المجففة يمكن قبولها أحياناً نظراً لمذاق المنتج ولكنها تعيق المعاملة بعد ذلك نظراً للإسترطاب العالى.

وتحميص الشيكوريا ينتج عنه تكوين ألوان معينة/مخصصة ونكهات ومكونات عبير تميز الناتج. ومكونات الشيكوريا مثل الأنيولين والسكروز والبروتين والأحماض الأمينية يحدث بها تغيرات كلية أو جزئية ومعظم التغيرات فى التكوين الكيماوى تتصل بتفاعلين مسمرين/بنيين: تفاعل مايارد Maillard والإحتراق الشديد pyrolysis للأنيولين. وتفاعل مايارد يعطى الشيكوريا نكهتها. والإحتراق الشديد للأنيولين يعطى مركبات كارامل عالية الوزن الجزئى مثل ألدهيدات وكيتونات وأحماض عضوية وهى تساهم فى اللون ومذاق الشيكوريا المحمصة.

والقيم فى الجدول (٣) تبين التغيرات فى تكوين الكربوايدرات والحموضة الحرة أثناء تحميص الشيكوريا. وتكسر الأنيولين وتكوين الأحماض الحرة يزداد مع تكون لون أغمق. أما محتويات السكريات المختزلة من جلوكوز وفركتوز فتزداد أولاً وتصل إلى حد أقصى ١٥٪ ثم تنخفض مرة

والشيكوريا متوسطة التحميص والخفيفة تستخلص في ماء يغلي حوالي ٨٠٪ بينما الشيكوريا غامقة التحميص لاتصل لهذا المقدار فالمادة غير الذائبة تتكون بالإحتراق الشديد الطارد للحرارة للأنيولين وتقلل من كمية المواد المستخلصة والحرارة داخل أجزاء الشيكوريا المولد من هذا التفاعل تسرع من التحميص وتؤدى إلى تفحيم القلب.

الجدول (٣): قيم مميزة للشيكوريا المجففة والمحمصة (جم/١٠٠جم من المادة المجففة).

	مجففة	محمصة:		
		خفيف	متوسط	غامق
لون المسحوق (ل .L)	٧٧,٠	٤٦,٤	٤٠,٠	٣٢,٥
مواد مستخلصة	٨٣,١	٨٢,٨	٨٢,٢	٧٨,٣
قيمة ج يد [أ]	٥,٧	٤,٧	٤,٦	٤,٤
درجة الحمص [أ،ب]	١٢,٠	٢٧,٠	٣١,٠	٤٠,٠
سكريات مختزلة	١,٩	٨,٤	١٤,١	١٢,١
فركتوز حر	٠,٥	٢,٤	٤,٦	٣,٤
جلوكوز حر	٠,١	١,٠	٢,٢	١,٩
أنيولين وسكروز	٦٧,١	٥٢,٦	٣٩,١	٢٤,٨

أ: مقاسة في ١٪ محلول مستخلص.

ب: معرفة كميللي مكافيء لأيدروكسيد الصوديوم / ١٠٠ جم من المواد الصلبة الذائبة.

وأثناء الإستخلاص فإن الأحماض الحرة الموجودة في الشيكوريا المحمصة تساعد حلمأة الأنيولين إلى سكريات أحادية. والفركتوز غير الثابت ضد الحرارة يتعرض لتكسير بعد ذلك ومدى هذا التكسير يتوقف على ظروف الإستخلاص. وأزمنة إستخلاص قصيرة ودرجات حرارة ماء منخفضة تساعد على تقليل كمية الفركتوز الحرة وكذلك كمية الأحماض الحرة في مستخلصات الشيكوريا. ويجب إستخدام درجات حرارة أقل من ١٠٠°م في الإستخلاص (الجدول ٤). والفركتوز له خط تجاوز إمتصاصي أشد steeper sorption isotherm عن الأنيولين وهو مسترطب جداً وكنتيجة لذلك فإن الشيكوريا المحمصة خفيفاً مع أنيولين أكثر وفركتوز أقل تستخدم في إنتاج المساحيق الفورية. ومستخلصات الشيكوريا لها إستقطاب أعلا وإلتصاقية أكثر بعكس مستخلصات البن والحبوب. والتجفيف بالرذاذ للمستخلصات المحتوية على مواد صلبة ذائبة صعب ويتطلب إحتياطات معينة. فمثلاً النتاج من المجفف الرذاذ يقل في حالة تجفيف مستخلصات ناتجة من بن مُحَمَّص-

شيكوريا أو مخاليط حبوب-شيكوريا وخاصة في تجفيف مستخلصات شيكوريا فقط.

جدول (٤): الزيادة في الأحماض الحرة والسكريات الحرة أثناء تخزين مستخلص الشيكوريا السائل (٢٣ مادة جافة، ٦١٪ أنيولين وسكروز) لمدة ١ ساعة على درجات حرارة مختلفة.

	الأصل	معامل على :				
		٦٠°م	٨٠°م	١٠٠°م	١٢٠°م	١٤٠°م
رقم ج يد للمستخلص	٤,٧	٤,٧	٤,٦	٤,٥	٤,١	٣,٦
درجة الحمض [أ]	٢١,٠	٢٢,٠	٢٣,٠	٢٦,٠	٣٤,٠	٦٨,٠
فركتوز حر [ب]	٢,٧	٣,٠	٣,٧	٨,٢	٥٤,٣	٤٤,٧
جلوكوز حر [ب]	١,٢	١,٢	١,٤	١,٧	٥,٣	٨,٨

أ: يعرف بالمللى مكافى لأيدروكسيد الصوديوم /١٠٠جم من المواد الذائبة.

ب: جم/١٠٠جم من المادة الجافة.

المذاق والتأثيرات الفسيولوجية
taste & physiological effects

منقوعات الشيكوريا المحمصة الخفيفة لها نكهة خفيفة وحلوة ومع البن والحبوب فإن الشيكوريا تعطى المشروب مذاقاً ناعماً "ومستديراً round" أو مع الشيكوريا المحمصة غامقاً فإن المذاق الحلو يختفى وتزداد القوة والحموضة والمرارة.

ومستخلصات الشيكوريا تدر البول بدرجة بسيطة ولها تأثير مهدىء ومساعد على الهضم بتنشيط غدد القناة المعدية المعوية وخاصة إنتاج الصفراء. كما أن اللبن يسهل هضمه ومسحوق الشيكوريا الذائب يحتوى ٦٠٪ أنيولين أو مركبات بضع oligomeric مشتقة منها وهى لاتؤيض بواسطة الحموضة المعدية أو الإنزيمات وتعمل كألياف ذائبة. والأنيولين يخمر بدرجة بسيطة فى القولون بواسطة البكتريا. والتأثير المسهل الخفيف للأنيولين يمكن أن يشرح دور الشيكوريا كمنظم معوى. ومستخلصات الشيكوريا المحملأة جزئياً لها محتوى فركتوز عال وهذه المستخلصات يمكن إستخدامها فى علاج مرضى البول السكرى.

الإستخدام كمادة غش والتحليل
use as an adulterant & analysis

البن المطحون المحمص أو مساحيق البن الفورية يمكن غشها بالخلط مع الشيكوريا بعد التحميص وقبل الإستخلاص أو حتى بعد التجفيف. وتستخدم طرق مجهرية وفيزيقية وكيماوية لضبط وتحليل غش البن الذائب أو المحمص بالشيكوريا. وإستخلاص البن المحمص والشيكوريا المحمصة يختلفان تماماً فالبن المطحون دقيقاً يستخلص فى الماء المغلى حتى ٣٠٪ بينما الشيكوريا حتى حوالى ٨٠٪ فبزيادة إستخلاص البن فإن نسبة

الشيكوريا فى البن المحمص والمطحـــون يمكن تقديرها.

كما أن طرقاً تعتمد على تحليل مكونات مخصوصة فى البن أو الشيكوريا يمكن أن تستخدم فتحديد محتوى الفركتوز الذى هو عال فى الشيكوريا يعتبر مناسباً بينما يستخدم محتوى الكافيين وحمض الكلوروجينيك فى القهوة. ولو أن هذه الطرق تحدد الغش فى البن فمن الصعب تحديد المخلوط كمياً. (Macrae)

الأسمـــاء: بالفرنسـية chicorée، وبالألمانية Zichorie.

شاى tea

مركز الأصل المحتمل للشاى هو جنوب شرق الصين ومنه انتشر إلى أجزاء من الهند وبورما وتايلاند ولاوس وفيتنام وفى الهند عندما استخدمت نباتات الشاى البرى الموجودة فى أسام نجحت زراعته.

التقسيم classification

نبات الشاى إسمه العلمى *Camellia sinensis* (L.) وهو النوع الإقتصادى الوحيد فى الفصيلة/العائلة: شاى/كاميلية Theaceae

وعرف منه صنفان نباتيان:

١) شاى الصين China tea

Camellia sinensis var. *sinensis*

وينتج هذا الشاى من أشجار أقزام بطيئة النمو وقد تصل إلى ٤-٦ متر إذا لم يلتفت إليها مع أوراق صغيرة قائمة ضيقة نسبياً مشرشرة خضراء غامقة وناعمة مع سطح مطفى وتحمل كل زهرة لوحدها على إنفراد. والنبات مقاوم للبرودة وهو ينتج شاياً ذا نكهة رقيقة delicate عندما ينمو على مرتفعات عالية ولكنه قليل المحصول خاصة على مرتفعات عالية مثل دارجيلنج Darjeeling.

٢) شاى أسام Assam tea

Camellia sinensis var. *assamica*

هذا الصنف أسرع نمواً وأطول (١٢ - ١٥ متراً إذا لم يلتفت إليه) وله أوراق أكبر لامعة إهليلجية والأزهار توجد فى عناقيد من ٢ - ٤ وهو أقل تحملاً للبرد ولذا لايصلح إلا على مرتفعات قرب خط الإستواء. وهو يعطى محصولاً أكثر كثيراً وينتج مشروباً أقل فى النكهة الرقيقة.

وهناك هجن بين شاى الصين وشاى أسام فمثلاً *Camellia irrawadiensis* قد تم تهجينها مع *C. sinensis* var. *assamica* لإنتاج شاى دارجيلنج Darjeeling الفريد النكهة. والشاى يتم تلقيحه خلطياً ومعظم المحصول التجارى ينتج من البذرة والمحصول غير متجانس جداً.

والمصطلح "جات jat" يستخدم لبيان البذرة الآتية من مختلف المناطق أو المزارع أو للتفرقة بين الأنواع تبعاً لخصائص الورق.

❖ أنواع الشاى المعامل

types of processed tea

• الشاى المتخمر أو الأسود

fermented or black tea

هذا هو الأكثر إستخداماً فى الغرب وينتج بالتخمر الكلى ومقسم إلى سادة plain و نكهية flavoury.

والشاى السادة الأسود ينتج ويباع على أساس مميزات المذاق المرتبطة بالمواد الفينولية الناتجة أثناء التخمر وهى تنتج فى كينيا ومالاوى وأسام فى الهند وكثيراً ماتعرف بشاى الأفطار.

والشاى النكهى flavoury الأسود يباع على أساس خواص العبير aroma ولايجب خلطه مع الشاى المنكه flavoured والذى يضاف إليه شذا/ارج/عبير، ويصنع، فى مساحات عالية الارتفاع فى سرى لانكا والهند (دارجيلنج Darjeeling) فينتج العبير المرغوب أثناء جو بارد ذو رياح ورائق clear مع درجات حرارة نهار وليل ٢٠°م، ٦-١٠°م بالتتابع على أن تستمر هذه الظروف لمدة أسبوعين متتاليين وأى مطر خفيف يرجع العملية إلى الإبتداء مرة أخرى. ونكهة الدارجيلنج الأولى والثانية تنتج تحت ظروف متشابهة عندما يكون النمو بطيئاً والنباتات تحت ضغط مناخى climatic stress.

• الشاى الأخضر green tea

الشاى الأخضر يختلف عن الشاى الأسود فى التحضير فلايوجد أى منتجات تخمر وتبقى الورقة خضراء وعندما ينقع فالسوائل تكون مخضرة أو كزهرة الربيع الباهتة أو صفراء ليمونية مع عدم وجود أى آثار للأحمر أو البنى. وهناك عدة أنواع من الشاى الأخضر تختلف فى أسلوب وخاصية القَدَح style & cup character منها:

١- سنشا sencha : وهو أكثر الأنواع شرباً فى اليابان.

٢- كامايريتشا kamairicha: ويصنع من ورقة صغيرة ويختلف عن سنشا فى أن العملية الأولى عبارة عن تحميص parching وليست المعاملة بالبخار.

٣- بانشا bancha: ويعمل من ورقة خشنة وسويقة stalk.

٤- جيوكورو gyokuro: وهو من أحسن أنواع الشاى الأخضر وينمى فى الظل تماماً ويجمع باليد ويخزن كذلك وله ورقة خضراء غامقة ملتوية.

٥- ماتشا matcha: شاى مسحوق يصنع من ورق منمى فى الظل.

٦- تنشا tencha: وهو الشاى الأخضر المستخدم فى الإحتفالات والمشروب معلق من ورق مطحون بدقة finely.

٧- جنبودر gunpowder (مسحوق نارى): يصنع على شكل قريصات من شاى أخضر صينى.

٨- بيلو تشن pilo chun: شاى صينى ورقه صغير يصنع من محصول الربيع الأول.

الشاى المخمر جزئياً

partially fermented tea

ومنها أولونج oolong وباوتشنج pouchong وهى تؤكسد جزئياً بحيث يصبح مظهرها متوسطاً مابين الشاى الأخضر والأسود. ويستخدم فى الصين النبات المسمى تشيزيما chesima وله أوراق خضراء مزرقة غامقة فى عمل شاى الأولونج والذى له نكهة فريدة.

الشاى المنكه flavoured tea

(يجب ألا يختلط الأمر مع الشاى النكهى)

يعطر الشاى أحياناً بمختلف الزيوت الطيارة مثل الليمون والبرجموت والزهر والزيتون الفواح والتى تعطيه خواصاً زهرية لتحسين النكهة الطبيعية للشاى. وبعض الشاى يخلط بتلات الأزهار أو التوابل أو الأوراق المجففة مثل الكريزانتم (الأقحوان) chrysanthemum وإكليل الجبل/حصا البان rosemary والبابونج c(h)amomile والنعناع البستانى peppermint وقد تباع على أساس أنها منتجات صحية خاصة إذا كانت خالية من الكافيين.

شاى القرميد brick tea

الشاى سواء أخضر أو أسود يضغط كقرميد ويكسر أجزاء منه للإستخدام وقد تطبخ مع الزبد أو الدهون الأخرى.

الشاى الفورى instant tea

الشاى الفورى هو المستخلص المائى القابل للذوبان لورقة الشاى ويسوق عادة كمسحوق أو رقائق أو حبيبات إما نقياً أو كجزء من مخاليط منكهة. وشاى الليمون المثلج أكثرها إنتشاراً ومعظم الشاى الفورى يصنع من شاى أسود وإن كان البعض يصنع من شاى أخضر. وهو يصنع من ورقة الشاى المتخمر الذى لم يجفف.

المنافع الصحية health benefits

الكميات المعتدلة من الكافيين التى توجد فى فنجان الشاى (نصف مايوجد فى فنجان القهوة) منشطة خفيفاً ولاتسبب أى ضيق. والشاى الأسود يحتوى فيتامين ى، ك وتوجد أيضاً فيتامينات ب. والشاى الأخضر يحتوى فيتامين ج وعديد الفينولات فى الشاى الأسود قد يمتص المعادن من الغذاء خاصة الرصاص من الماء الملوث.
(Macrae)

المعاملة processing

المشروبات المنتجة من أوراق الشاى تشمل الشاى الأسود والشاى الأخضر وعدة شايات مختمرة جزئياً مثل الأولونج oolong والباوتشنج pouchong.

الزراعة cultivation

إن نجاح الزراعة يحتاج إلى ١٢٠٠مم مطر سنوياً على الأقل عندما لايكون هناك رياً. ودرجات الحرارة من ١٢ – ٣٠°م تعتبر مثلى وهو ينمو بنجاح على تربة ذات جيد ٤,٠ – ٥,٨. والإكثار إما من جذوع ناتجة من بذرة أو فسائل cuttings.

الحصاد harvesting

الحصاد (القطف/الجنى) يتطلب عمله يدوياً أو ميكانيكياً وفى معظم البلاد القطف الموصى به ورقتان وبرعم. ولكن من الصعب إجراء ذلك فيوجد مابين المحصول أوراق أكثر نضجاً وهذا يقلل من الجودة. وبعد القطف – ويتوقف على الظروف الجوية – فإن البراعم أو الأفرع الجديدة

تأخذ وقتاً مابين ٤٠ - ١٠٠ يوماً من ظهور البرعم إلى بلوغ وقت الجنى.

• تصنيع الشاي الأسود
black tea manufacture

الذبول withering

التغيرات التى تحدث فى الورقة الخضراء من وقت قطفها من النبات إلى وقت المرس maceration أو اللف rolling تعرف بالذبول وهى تشمل تغيرات كيماوية وفيزيقية مهمة لتصنيع الشاى. وأهم تغير فيزيقى هو فقد الرطوبة مما يؤدى إلى تغير فى نفاذية غشاء الخلية. وهذه التغيرات أساسية فى تصنيع الشاى الأسود التقليدى orthodox لأنه يهيىء الورقة للمرس maceration أو اللف rolling. أما الشاى الذى يمرس macerate بطرق أخرى مثل الطرق المستخدمة مع لج-كت leg-cut ومعامل شاى لورى Laurie tea processor فإن الذبول الفيزيقى قد لايكون ضرورياً. فإن التغيرات على السطح الأسفل للورقة تبتدىء فى الإنغلاق تدريجياً ولكنها تستمر فى التأثير على المعدل الذى تفقد به المياه والذى يتأثر بدرجة حرارة الهواء والضغط البخارى الجوى وسرعة الهواء وإتجاهه والتغيرات البيوحيوية التى تحدث أثناء الذبول تعرف بإسم الذبول الكيماوى.

وفى المصانع الحديثة يجرى الذبول فى أحواض تستطيع أن تحوى ٢٠٠٠ - ٣٠٠٠ كجم من الورق الأخضر بعمق ٢٥ - ٤٠سم والأحواض لها مراوح ذات إتجاهين والتى إما أن تدفع الهواء خلال الأحواض أو تسحب الهواء منها. وفى الرطوبة المنخفضة يمكن إجراء الذبول بإستخدام الهواء المحيط حتى لو كانت الأحواض مزدحمة قليلاً. ولكن فى الرطوبة المرتفعة و/أو إذا كانت الأحواض مزدحمة نظراً لزيادة المحصول فإن هواء سخن بالبخار يكون ضرورياً للمساعدة فى الذبول.

وبالرغم من هذه التحسينات فإن الذبول يأخذ مساحة كبيرة من المصنع ولازالت طرق جديدة يتم تطويرها ومنها تخزين الورقة فى تنك ضغط مع فقد فى الرطوبة أقل مايمكن لمدة ٦ ساعات لتحقيق الذبول الكيماوى chemical wither ثم تفرد الورقة فى أحواض ذبول أو حزام متحرك للذبول وتنقص الرطوبة بسرعة بإستخدام هواء دافىء وهذه الطريقة تعرف بإسم الذبول ذو المرحلتين وهناك طرق أخرى.

والعوامل التى تؤثر على الذبول تشمل نوع الورقة وظروف الورقة والجنى وسماكة البسط وطول مدة الذبول وسعة الهواء للتجفيف ودرجة حرارة الهواء.

المرس و/أو اللف
maceration and/or rolling

يشار إلى الشاي(ات) السوداء بأنها تقليدية orthodox أو غير تقليدية. ففى طريقة تصنيع الشايات التقليدية orthodox الورقة التى تم لها الذبول الفيزيقى physical wither تلف وأثناء اللف العادى فإن الورقة تنهدم بطريقة بحيث تصبح الورقة ملتوية twisted والغشاء شبه المنفذ للورقة يتشوه مما يسمح لعصائر الخلية لأن تخرج وتغطى سطح الورقة مما يسمح للعصائر بالإختلاط بإنزيمات الخلية فى وجود الأكسجين وبذا تبتدىء التفاعلات الكيماوية اللازمة للتخمر.

ولو أن بعض المصانع لاتزال تعمل بالشاي بإستخدام النظام التقليدي orthodox (اللف rolling) فإن نظماً أخرى للمرس قد تم تطويرها وإستخدامها ومن هذه الطرق لج-كت legg-cut (سحق ، تمزيق ولف س.م.ل CTC) وروتورفان Rotorvane ومعامل شاي لوري Laurie Tea Processor (ع.ش.ل LTP) وترايتوراتور Triturator وعدة تصميمات أخرى.

وطريقة س.م.ل CTC مستخدمة على نطاق واسع وتشتمل على إسطوانتين متقاربتين معدنيتين منقوشتين وتدوران في إتجاهين عكسيين والمكن يعمل مثل المكواه الإسطوانية مع إسطوانة تدور حوالي ٧٠ دورة في الدقيقة والأخرى ٧٠٠ دورة في الدقيقة وتقطع الورقة وتمزق وتلف في الفراغ الصغير بين الأسطح المسننة للإسطوانتين. وبإستخدام هذه الطريقة فإن تمزق الورقة يكون أكبر عنه مع معظم الإسطوانات التقليدية orthodox. والتخمر أسرع وخواص التسييل (تحضير المحلول liquoring properties) تتحسن.

وطريقة أخرى للمرس maceration تشمل الروتورفان Rotorvane والمحرك يتكون من أجزاء يدور حول إسطوانة ١٥ أو ٢٠ أو ٣٧,٥ سم في القطر ومجهزة بريش vanes تدفع الورقة نحو الخروج ضد مقاومات تبرز من الغلاف. والمرس maceration يحدث بالإحتكاك والقطع داخل الإسطوانة ويحدث التخمر في نفس الوقت.

إما الـ ع.ش.ل LTP فهي تشبه القادوم وتستخدم مروحة مركزية لحث وإخراج الورقة.

ومعظم المصانع الحديثة تستخدم الروتورفان Rotorvane بجانب ثلاث مكن س.م.ل CTC في سلسلة. وإن كان هناك مصانع لاتزال تستخدم التصنيع التقليدي orthodox والبعض يستخدم ع.ش.ل LTP. وعموماً فإن الشايات التقليدية لها عبير ممتاز بالنسبة للـ س.م.ل CTC أو ع.ش.ل LTP ولكن شايات س.م.ل CTC ، ع.ش.ل LTP بها مستويات أعلا من الثيافلافينات theaflavine والثياروبيجينات thearubigins ولذا لها لون أكثر وهي براقة أكثر وأكثر إنعاشاً عن الشاي التقليدي orthodox.

التخمر fermentation

في معاملة الشاي الأسود يعرف التخمر بأنه التحولات الكيماوية والتي تحدث كنتيجة لتكسير غشاء الخلية نتيجة المرس maceration.

والمصانع التي تصنع الشاي بالطرق التقليدية orthodox تخمره عادة على مناضد أو صواني.

وفي المصانع التي تستخدم س.م.ل CTC أو ع.ش.ل LTP أو الروتورفان Rotorvane يُجْرَى التخمر على دفعات بإستخدام أحواض أو تروليات trolleys أو بإستمرار على مكن أحزمة متحركة مُخَمِرة. وفي حالة التخمر بالدفعة فإن الأحواض أو التروليات تتصل بالهواء بواسطة أنبوب والذي يمكن أن تزاد فيه الرطوبة إذا لزم الأمر لتقليل درجة حرارة الشاي المختمر (دهول dhool) والترولي يمكن أن يحتوي ١١٠ - ١٣٠ كجم من الورقة الممرسة macerated وميزة الترولي أن درجة حرارة الدهول dhool يمكن ضبطها بدرجة أكثر دقة عن بقية الأنظمة.

وقد تم تطوير عدد من الأنظمة حيث يمكن إجراء التخمر في مكن تخمر مستمر. وفي معظم هذه الأنظمة فإن الشاي المتخمر يتحرك على حزام مخرم خلاله يمر هواء، وسرعة الحزام تحدد طرق التخمر وزمنه. وفي الطرق الأخرى المستمرة فإن الدهول يغذى إلى تنك شبه دائرى مفتوح من أعلا مع صفين من مجاديف دائرة تدفع الدهول أماماً في ميكانيزم الحلزون. وسرعة الدوران تحكم معدل الكمية المارة ومدة التخمر. ودرجة حرارة الدهول تضبط بإستخدام مراوح خارجية عادة. والمجاديف التي تدور بإستمرار تعرض الدهول للهواء.

وخواص السائل في الشاي الأسود يمكن أن تحدد بضبط درجة الحرارة وزمن التخمر وعادة كلما إنخفضت درجة الحرارة كلما كان الشاي الأسود أحسن.

الحرق (المعاملة بالنار) firing (تجفيف drying)

حرق firing الشاي هو العملية التي تخفض محتوى الرطوبة في الشاي المختمر من ٦٠٪ إلى أقل من ٤٪ وتجعل المنتج في شكل مناسب للتخزين وهو ينهي التخمر عن طريق تثبيط الإنزيمات بتعريض الدهول إلى درجات حرارة عالية. ودرجات حرارة الدخول في المجففات عادة تتراوح مابين ٨٢ إلى ٩٨°م مع درجات حرارة الخروج مابين ٤٥-٥٥°م. وأثناء الحرق/المعاملة بالنار firing تفقد كميات كبيرة من مركبات العبير.

والحرق/المعاملة بالنار firing يمكن أن يجرى بإستخدام مجففات تقليدية وفيها الدهول يغذى على حزام متحرك مخرم ويخرج بعد أن يجف الشاي. وفي معظم المصانع الحديثة تستخدم مجففات الطبقة المسيلة fluidized bed driers وفي هذه المجففات يدفع هواء ساخن في المجفف وهذا يحرك الدهول بواسطة عملية التسييل fluidization. وعادة المجففات ذات الطبقة المسيلة لها معدل إخراج أعلا من المجففات التقليدية.

التدريج والفرز grading & sorting

يُجْرَى التدريج عادة بإستخدام مناخل تتذبذب ميكانيكياً ومجهزة بفتحات من أحجام مختلفة. وفي بعض المكن ترتب المناخل من حيث حجم العيون mesh بحيث أن مايزيد من المنخل الأعلا يقع على الأسفل. ومنتجات المنخولات المختلفة تكون الدرجات المختلفة ومواصفات الدرجات إصطناعية تماماً وإن كانت تعرف بشكلها فمثلاً البيكو البرتقالي المكسر broken orange pekoe تحتوى نسبة عالية من البراعم. والبيكو البرتقالي orange pekoe يتميز بوجود كثرة من سويقات طرية ملتوية ودرجات البيكو pekoe والسوشونج souchong تميل إلى كونها مضمومة compact وكثيفة. وتزال السويقات بإستخدام فاصلات كهربية ساكنة. والعملية ذات كفاءة بسبب إرتفاع محتوى الرطوبة في السويقة بالنسبة للورقة الخارجة من المجفف ثم تتم التذرية.

التعبئة والتخزين packaging & storing

الشاي مسترطب وإذا لم يعبأ جيداً ويخزن فإنه يمتص رطوبة كثيرة مما يسبب تدهور الجودة.

ومعظم الشاى ينقل بالحجم bulk ويعبأ فى أكياس ورق متعددة الجدران منها ماهو مبطن برقائق ألومنيوم أو فى صناديق كبيرة وهذه مصنعة من الخشب الرقائقى ويبطن من الداخل برقائق الألومنيوم والذى يعمل كحاجز للرطوبة. ويجب حفظ الشاى من إكتساب الرطوبة وإلا تدهورت الجودة.

• تصنيع الشاى الأخضر

green tea manufacture

يصنع الشاى الأخضر من ورقة طازجة لم تتخمر وجميع الطرق تعتمد على وقف النشاط الإنزيمى فى ورقة الشاى الأخضر.

ففى الصين يبتدىء تصنيع الشاى الأخضر بتحميص الورقة فى قدر حديد ساخن لمدة بضع دقائق ثم يتبعها الترقيق اليدوى hand rolling على منضدة ثم تعرض الورقة لمرتين أو أكثر من التحميص والترقيق.

أما فى اليابان فتعامل الورقة بالبخار لمدة ١٥ – ٢٠ ثانية فى إسطوانة دائرة مجهزة بمقلب والمواد المعاملة بالبخار تبرد بواسطة مروحة أو بالهواء على حزام ناقل ثم تسخن وترقق rolling. وقد يجرى على الورقة تسخين وتجفيف آخر قبل مرورها خلال إسطوانات rollers ثانوية (نهائية) ثم يجفف الشاى الأخضر إلى حوالى ٣ – ٤٪ رطوبة.

تصنيع الشاى المخمر جزئياً

partially fermented tea manufacture

يصنع الشاى الأولونج oolong بطريقة مشابهة للشاى الأخضر مع تغييرات: فالورقة الطازجة تذبل withered على درجة حرارة الغرفة لمدة ١٦ ساعة أو على ٤٠°م لمدة ساعتين ثم يتبعها ٤ ساعات أخرى على درجة حرارة الغرفة. وفى الحالتين فإنه فى خلال الأربع ساعات الأخيرة فإن الورقة ترقق/تلف rolled باليد لمدة ٣٠ق كل ساعة. ويتبع هذا تحميص (تحميص خفيف أو تحمير فى الحلة parching or pan frying) على درجة حرارة ١٦٠°م لمدة ٢٠ق والشاى يرقق أو يلف بعد ذلك ثم يعامل بالنار fired.

وطريقة تصنيع شاى بوتشونج pouchong تختلف قليلاً غير تلك الخاصة بالأولونج oolong فيتم إذبال الورقة فى الشمس (إذبال شمسى) لمدة ١٥ق وخلال هذا الوقت تقلب مرة واحدة ثم يجرى إذبال داخلى لمدة ٣ ساعات حيث يتم تقليبها ٣ مرات. ثم يجرى تحميرها pan fried فى حلة على ١٦٠°م لمدة ٢٠ق ثم ترقق/تلف rolled باليد لمدة ٢٠ق وتجفف على ٨٠ – ٨٥°م لمدة ٤٠ق. وشاى بوتشونج منخفض الدرجة يعطر بخلط أزهار الياسمين لتحسين النكهة (شاى ياسمين).

منتجات شاى أخرى other tea products

شاى إيرل جراى earl grey ينكه بزيت قشر البرجموت الذى يضاف برشه على الشاى الأسود قبل التعبئة. وأزهار الياسمين تضاف عادة إلى الشاى الأسود المصنع فى بلد الأصل. وشاى لابسانج سوتشونج lapsang souchong هو شاى أسود منكه بنكهة الدخان الطبيعى.

أما الشايات الفورية فتنتج بنقع الورقة غير المجففة ثم تبخير السائل إما بالتجفيد أو بالرذاذ أو تحت

فراغ لتجنب إستخدام حرارة مرتفعة وبذا يقل فقد مكونات النكهة. كما ظهرت شايات مزالة الكافيين بإستخدام كلوريد الميثيلين أو المذيبات الكلورية الأخرى أو ثانى أكسيد الكربون الحرج.
(Macrae)

الكيمياء chemistry

بجانب إحتوائها على مواد الخلية النباتية فإن ورقة الشاى الطازجة تحتوى كميات كبيرة من الميثيل زانثينات methylzanthines وعديد الفينولات وتحليل ممثل لورق شاى أخضر يوجد فى الجدول (١).

عديد الفينولات polyphenols

فلافان-٣-أولات (كاتيكينات)
flavon-3-ols (catechins)

هذه المجموعة هى السائدة من عديد الفينولات الموجودة فى الورقة الطازجة. والكاتيكينات مركبات ذائبة فى الماء عديمة اللون تساهم فى المذاق القابض والمذاق المر فى الشاى الأخضر وهى مهمة فى جودته (الصورة ١).

الفلافونولات وجليكوسيدات الفلافونول
flavonols & flavonol glycosides

هناك ثلاثة فلافونولات غير جليكوسيدية فى الورقة الطازجة: كيمبفيرول kaempferol، كويرسيتين quercetin وميريستين myricetin وهى تختلف فى درجة أدركسلتها hydroxylation على الحلقة ب B أى أحادية ، ثنائية أو ثلاثة المشتقات بالتتابع. وهذه المواد توجد كفلافونولات حرة أو جليكوسيدات والمجموعة الجليكوسيدية قد تكون جلوكوزاً أو رامنوزاً أو جالاكتوزاً أو أرابينوزاً أو روتينوزاً. والجلوكوسيدات ٣- تظهر أهميتها فى صنف أساميكا *assamica* بينما الرامنو ثنائى الجلوكوسيدات rhamnodiglucosides المشابهة تسود فى صنف سيننسيس *sinensis* وهذه المركبات تساهم فى المراره والمذاق القابض.

جدول (١): التحليل التقريبى للتكوين الكيماوى للنباتات الصغيرة من الشاى (صنف أسام).

المكون	وزن جاف ٪
ذائب فى الماء	
فينولات	٣٠
فلافانولات	١٨ – ٣٢
جالات الايبى جالوكاتيكين	٩ – ١٣
ايبى جالوكاتيكين	٣ – ٦
جلات الايبى كاتيكين	٣ – ٦
ايبى كاتيكين	١ – ٣
جالوكاتيكين	١ – ٢
كاتيكين	١ – ٢
جليكوسيدات الفلافونول	٣ – ٤
سلف الأنثوسيانيدينات	٢ – ٣
أحماض فينولية	٤
كافيين	٣ – ٤
أحماض أمينية	٤
ثيامين	٢
غيرها	٢
كربوايدرات	٤
أحماض عضوية	٠,٥
يذوب جزئياً فى الماء	
نشا	٢ – ٥
سكريات عديدة أخرى	١٢
بروتين	١٥
رماد	٥
غير ذائب فى الماء	
سليولوز	٧
لجنين	٦
دهن	٣
صبغات	٠,٥
مواد متطايرة	٠,٠١ – ٠,٠٢

إيبى كاتيكين

جالات الايبى كاتيكين

ايبى جالو كاتيكين

جالات الايبى جالو كاتيكين

صورة (١): الكاتيكانات المهمة فى الشاى.

الأحماض الفينولية والدبسيدات
phenolic acids and depsides

الأحماض الفينولية الرئيسية الموجودة فى الورقة الطازجة هى أحماض: جالك gallic وكلوروجينيك chlorogenic والنيوكلوروجينيك neo-chlorogenic وال ب-كوماريل كوينيك p-coumaryl quinic. وأهم الدبسيد depside هو حمض ٣-جالويل كوينيك (ثيوجالين) 3-galloyl quinic acid (theogallin) وأهميتها فى الجودة غير معروفة.

ميثيل زانثينات methylxanthines

كافيين caffeine

هو الفلويد البيورينى الأساسى الموجود فى الشاى. ومحتوى الكافيين فى الورقة الطازجة هو حوالى ٣ - ٤٪ (على أساس الوزن الجاف). ومحتوى الكافيين لايقل جوهريا أثناء المعاملة ولكنه قد ينقص أثناء الحرق/المعاملة بالنار firing. وأثناء معاملة الشاى يتفاعل الكافيين مع الثيافلافينات theaflavins ليكون مركبا يعطى الشاى إنعاشه briskness ومستويات الكافيين العالية ترتبط بتكوين "الكريمة cream" فى السائل.

ثيوبرومين وثيوفيلين
theobromine & theophylline

يوجدان بكميات صغيرة فى الشاى وآثار من قلويدات أخرى مثل الزانثين والهيبوزانثين وحمض رابع ميثيل يوريك tetramethyluric acid.

أحماض أمينية amino acids

الحمض الأميني الأكثر وجوداً في الورقة الطازجة هو الثيانين (٥-ن-إيثيل جلوتامين) theanine (5-N-ethylglutanine وهو يبدو فريداً بالنسبة للشاي ويوجد في مستويات حوالي ٢٪ من الوزن الجاف (٥٠٪ من الأحماض الأمينية الحرة) وهو يعتبر مهماً في مذاق الشاي الأخضر. ووجد ١٩ حمض أميني آخر في الشاي بعضها إرتبط بالمذاق المرقي brothy للشاي الأخضر. ومستويات عالية من الأحماض الأمينية تعزز من جودة الشاي الأخضر الياباني بينما على العكس أن مستويات عالية من الأحماض الأمينية الحرة في الورقة الطازجة هي ضارة بجودة الشاي الأسود من الهند وسيلان. وقد ثبت أن الأحماض الأمينية هي سلف مهم للعبير aroma.

الكلوروفيلات الكاروتينويدات
chlorophyls & carotenoids

هما الصبغات الرئيسية وفي الورقة الطازجة فيوجد كلوروفيل أ، ب a & b في الورقة الطازجة بحوالي ١,٤ مجم/جم وزن جاف للنسيج. ومركبات تكسر الكلوروفيل فيوفيتينات pheophytins والفيوفوربيدات pheophorbides تلعب دوراً في تحديد لون الشاي الأسود وأن عدداً من منتجات تكسر الكلورفيل من السلسلة الجانبية فيتول تساهم في معقد العبير.

وقد تم التعرف على أكثر من ١٥ كاروتينويد في الورقة الطازجة ومعها النيوزانثين neoxanthin والفيولازانثين violaxanthin واللوتيين lutein والـ β-كاروتين من أهمها. ويبلغ محتوى الكاروتينويد حوالي ٠,٠٥٪ (وزن جاف) وأن الشاي النكهة flavoury teas ينتج من الورقة الخضراء ذات الكاروتين العالي.

الدهون lipids

تكون الدهون ٤-٩٪ (وزن جاف) من ورقة الشاي الطازجة وتتكون أساساً من أحماض دهنية حرة وأسترات الأحماض الدهنية وأهمها أحماض اللينولينيك والبالميتيك واللينولييك وهي تدخل في تفاعلات تؤدى إلى تكوين العبير.

المركبات الطيارة volatile compounds

عُرِفَ عدد من المركبات الطيارة و أهمها كحولات وكربونيلات ومنها سيس-هكسين-١-اول *cis*-hexen-1-ol وترانس هكسانال *trans*-hexenal وهي مسئولة عن رائحة الورقة الخضراء المميزة.

الإنزيمات enzymes

يلعب أكسيداز عديد الفينول (ل.أ ١. ١٤. ١٨. ١ EC 1.14.18.1) دوراً هاماً في التخمر وله درجة كبيرة من التخصص ويهاجم فقط الحلقات ب B من عديد الفينول وهو يحتوى على نحاس. والإنزيمات الأخرى هي البيروكسيداز والأميلاز والـ β-جلوكوسيداز والبتيداز والكلوروفيلاز والفوسفاتازات وناقل أمين اللوسين leucine transaminase.

المعادن minerals

الألومنيوم والنحاس مهمان ونبات الشاي يوجد به مجمع للألومنيوم فالورقة غنية في الألومنيوم:

٦٠٠ - ٧٠٠ جزء فى المليون (على أساس الوزن الجاف) فى النباتات الصغيرة الطازجة ولكن توجد حتى ٢٠٠٠٠ جزء فى المليون (على أساس الوزن الجاف) فى الورق الناضج. وقد يرتبط الألومنيوم بأيض وتخزين فلافانولات الشاى والتى يتحد بها الألومنيوم. والنحاس يدخل فى تركيب إنزيم أكسيد عديد الفينول.

كيمياء التصنيع

chemistry of manufacture

هناك ثلاثة أنواع أساسية من تصنيع الشاى والتى تنتج شاى أسود وشاى متخمر جزئياً وشاى أخضر. فالشاى الأسود ينتج عن تخمر كلى والشاى الأخضر ينتج عن تخمر بسيط أو لاتخمر.

• تصنيع الشاى الأسود

black tea manufacture

الذبول withering: بجانب التغيرات الفيزيقية للورقة الخضراء والتى تحدث أثناء الذبول فهناك عدد من التغيرات الكيموحيوية والتى لها تأثيرات هامة على مراحل تصنيع الشاى الأسود المتتابعة وعلى جودة الشاى الأسود ويعتقد أن معظم هذه التغيرات مستقلة عن فقد الرطوبة.

الكاتيكانات ونشاط أكسيداز عديد الفينول: ذُكِرَ أن نشاط أكسيداز عديد الفينول يقل أثناء هذه المرحلة فقد يتغير تكوين الكاتيكانات أثناء الذبول فيحدث أن ينقص محتوى (-)-إيبى جالوكاتيكين (-)-epigallocathechin و (-)-جالات الإيبى جالوكاتيكين (-)-epigallocathechin gallate وكذلك (-)-جالات إيبى كاتيكين (-)-epicathechin gallate ويعتقد أنها متصلة بتغيرات تأكسدية.

كافيين caffeine: تزيد نسبة الكافيين أثناء الذبول نظراً لنقص مركبات أخرى.

البروتين والأحماض الأمينية والنشاط البروتيوليتى: هناك زيادة فى نشاط الإنزيمات البروتيولوتية ونتيجة أن البروتينات تتحملأ وتزيد نسبة الأحماض الأمينية الحرة فى نفس الوقت مع إختلاف فى تكوينها.

الكاروتينويدات : أثناء الذبول الـ β-كاروتين واللوتيين والفيولازانثين والنيوزانثين تتكسر ويرجع هذا للتشابه الضوئى photoisomerization.

الدهون والأحماض الدهنية ونشاط الليبوكسيجيناز: هناك زيادة نشاط فى الليبوكسيجيناز وتتكسر الدهون لإزالة الأحماض الدهنية. وتتحملأ استرات الأحماض الدهنية إلى أحماض دهنية حرة. والأحماض الدهنية غير المشبعة المطلقة تتكسر لتكون مركبات نكهة متطايرة وهذا غير مرغوب فيه. ومآل الأحماض الدهنية المشبعة غير معروف.

جليكوسيدات التربين: لينالول وجيرانيول هى من نواتج حلمأة جليكوسيد- β-د-تربين β-D-terpene glycoside أثناء تصنيع الشاى.

المواد المتطايرة volatiles: تزيد كميات ترانس-٢- هكسينول *trans*-2-hexenol و سيس -٣-هكسينول *cis*-3-hexenol وأكسيدات اللينالول والنيرول والدهيدات ن-فاليريك وكابرويك والبنزالدهايد وترانس-٢-هكسينال وأحماض ساليسيليك salicylic وكبرويك

فى الورقة المنكمشة بينما سيس-٢-بنتينول واللينالول والجيرانيول تنقص. وبينما بعض مكونات العبير المعقدة الموجودة فى الشاى الأسود توجد فى الأوراق الطازجة فإن كثيراً منها تتكون خلال التصنيع بطرق انزيمية وأخسدية redox وبالإحتراق الشديد pyrolytic ومعظم هذه المركبات تأتى من الأحماض الأمينية والكاروتينات والدهون وجليكوسيدات التربين. والعمليات التى ينتج عنها تكوين عبير الشاى الأسود من هذا السلف تبتدىء عند إبتداء مرحلة الإنكماش. وطريقة إجراء الذبول ودرجة الذبول لها تأثير واضح على تكوين عبير الشاى الأسود.

المرس (اللف) maceration (rolling)

أثناء المرس maceration للورقة يحدث تغيرات فى تركيب مكونات الخلية مما يعرض المكونات الكيماوية للخلية للأكسجين والإنزيمات المُكَسِرة والأحماض ....إلخ. وتتصل الكاتيكينات بإنزيم أكسيداز عديد الفينول مما يجعل "أكسدة الشاى" تبتدىء. وطريقة المرس maceration أى سحق وتمزيق ولف crush, tear & curl ، روتوفا rotovane (س.م.ل CTC). والإسطوانة التقليدية orthodox rollers لها تأثير جوهرى على خواص الشاى الأسود . فمثلاً الشاى الأسود الناتج من (س.م.ل CTC) له مستويات أقل من مركبات العبير عن الشاى الأسود التقليدى والتخمر أسرع كثيراً فى شاى (س.م.ل CTC) عن الشاى التقليدى نظراً لتمزيق أكثر فى الخلية.

التخمر fermentation

التخمر يعتبر المرحلة الأكثر أهمية فى تصنيع الشاى الأسود وينتج عنها تكوين منتجات المذاق والعبير والمسئولة عن شخصية الشاى الأسود. ومصطلح التخمر تسمية خطأ حيث أن الكائنات الدقيقة لاتتدخل.

أكسدة الكاتيكين catechin oxidation: ينتج عن الأكسدة الإنزيمية (أكسيداز عديد الفينول) للكاتيكينات فتتكون مجموعتان من مركبات عديد الفينول: ثيافلافينات وثياروبيجينات thearubigins والتى يعتقد بأنها فريدة فى الشاى الأسود. والإنزيم يؤكسد الكاتيكينات إلى كينونات والتى سرعان ماتتفاعل مع بعضها ومع مركبات أخرى لتكون الثيافلافينات والثياروبيجينات. وكل ثيافلافين ينتج عن كاتيكين "بسيط" وجالوكاتيكين (الجدول ٢ والصورة ٢). أما طبيعة وتكوين الثياروبيجينات فلم تعرف بعد. وأثناء التخمر فإن مستويات الثيافلافينات تصل إلى حد أقصى ثم تنزل. وبالنسبة لشاى (س.م.ل CTC) فإن هذا الحد الأقصى يمتد بين ٩٠ – ١٢٠ق بينما مستوى الثياروبيجينات يزيد بسرعة أثناء هذه المدة وهذا مادعا البعض أن يعتقد أن الثيافلافينات هى سلف للثياروبيجينات ومع ذلك فكمية جوهرية من الكاتيكينات تبقى بعد التخمر. والثيافلافينات تبلغ نسبتها فى الشاى الأسود ٠,٣ – ١,٨٪ (وزن جاف) وبين ١، ٦٪ من المواد الصلبة فى سائل الشاى . وهى صبغات حمراء براقة وتعطى السائل الصفات المرغوبة والتى توصف فى الشاى بالإشراق brightness والإنعاش briskness. ومقدار

مساهمة هذه المركبات في الجودة يختلف باختلاف الثيافلافين فثنائي الجالات يساهم بأكبر قدر في حين أن الثيافلافين نفسه يساهم بأقل قدر.

والثياروبيجينات تكون مابين ٩، ١٩٪ تقريباً (وزن جاف) من الشاى الأسود ومابين ٣٠ - ٦٠٪ من المواد الصلبة في السائل. وهى لم تعرف بعد. ومن أهم الصعوبات أنها تختلف في كيميائها وربما في الوزن الجزيئي وقد وصفت بأنها صبغات بنية فينولية ذات صفات حمضية وربما تراوحت في الوزن الجزيئي من ١٧٠٠ - ٤٠٠٠٠ وهي لاتنث non-dialysable وترتبط بالكافيين والبروتين.

جدول (٢): الكاتيكينات كسلف للثيافلافينات.

كاتيكينات	ثيافلافينات
أ.ك + ج.أ.ك	ثيافلافين
أ.ك + ج.أ.ج.ك	ثيافلافين-٣-جالات
ج.أ.ك + أ.ج.ك	ثيافلافين-٣'-جالات
ج.أ.ك + ج.أ.ج.ك	ثيافلافين-٣-٣'-ثنائي الجالات
أ.ج.ك + ك	ثيافلافين ايمر
ج.أ.ج.ك + ك	لم يوجد بعد في سوائل الشاى
أ.ك + ج.ك	مشابه ثيافلافين
ج.أ.ك + ج.ك	لم يوجد بعد في سوائل الشاى
ك + ج.ك	لم يوجد بعد في سوائل الشاى

ك C: كاتيكين ؛ ج.ك GC جالوكاتيكين؛ أ.ك EC: ايبى كاتيكين؛ ج.أ.ك ECG: جالات الايبى كاتيكين؛ أ.ج.ك EGC: ايبى جالوكاتيكين؛ ج.أ.ج.ك EGCG: جالات الايبى جالوكاتيكين.

ثيافلافين

ثيافلافين-٣-٣'-ثنائي الجالات

صورة (٢): الثيافيلافينات في الشاى الأسود.

تكوين العبير aroma formation: تطور عبير الشاى الأسود يستمر خلال هذه المرحلة فتزداد مكونات العبير وعدد آخر من المكونات يتكون لأول مرة فتزداد بصفة جوهرية أحماض ١-بنتين-٣-اول 1-penten-3-ol، سيس-٢-بنتين-١-اول *cis*-2-penten-1-ol وكحول البنزايل

والترانس هيكسينال، والبنزالدهايد وأحماض ن-كـابرويك وسـيس-٣-هكسـينويك cis-3-hexenoic وساليسيليك. وتتوقف زيادة مركبات العبير إذا تم إجراء التخمر تحت النتروجين مما يدل على أن الأكسجين عامل هام فى تكونها. وأهم طرق تكون مركبات عبير الشاى الأسود أثناء التخمر هى الأحماض الأمينية والكاروتينويدات والكلوروفيلات والأحماض الدهنية.

فالأحماض الأمينية تتكسر لإعطاء مركبات النكهة الطيارة وبعضها غير مرغوب فيه فى جودة الشاى والآخر نافع فالجليسين والألانين والفالين واللوسين والأيزولوسين والميثيونين تكون الفورمالدهيد والأسيتالدهايد والأيزوبيوتيرالدهايد والأيزوفاليرلدهايد والـ ٢-ميثيل-بيوتانول والميثيونال وهذه جميعها معروف بأنها ضارة لنكهة الشاى الجيدة عندما توجد فى كميات كبيرة بينما الفينيل ألانين والفينيلجليسين تنتج فينيل أسيتالدهايد وبنزالدهايد وكلاهما يعطى عبيراً مرغوباً. وتكوين الألدهايد يتبع تكسر شتركر Strecker ويحفز بأكسيداز أو بيروكسيداز عديد الفينول فى وجود الأكسجين والكاتيكينات.

وتقل الكاروتينيدات بدرجة كبيرة أثناء هذه المرحلة خاصة فى الساعة الأولى لِتُكَوِن عَدَداً من مركبات العبير مثل سلسلة β-أيونون والتى تعطى الشاى الأسود رائحة زهرية حلوة. ويتأثر تكسر الكاروتينويدات أساساً بالفلانولات المؤكسدة التى تتكون أثناء التخمر وبالطبع بالحرارة والضوء ورقم pH.

ومركبات الكلورفيل الطيارة التى تتكون تشمل الفيتول ومشابه الفيتول ولكنها ليس لها تأثير جوهرى فى النكهة. كما أن الكلوروفيل يتكسر فيكون مركبات غير متطايرة مثل الكلوروفيليدات chlorophyllides والفيوفوربيدات pheophorbides.

والأحماض الدهنية تتكسر لِتُكَوِن عدداً من مركبات العبير ومن بينها ألدهيدات وكحولات. فحمضا اللينولييك واللينولينيك تعطى هكسانال وترانس-٢-هكسينال بالتتابع وهذه تختزل بواسطة ديهيدروجيناز الكحول إلى كحولات C_6.

الحرق/المعاملة بالنار firing: أهم غرض للحرق/المعاملة بالنار firing هو إنهاء التخمر وتجفيف الشاى للتخزين والنقل. وأثناء هذه المرحلة تُسَرِّع التفاعلات حتى يحدث إزالة للرطوبة تمنع التفاعلات الكيماوية والإنزيمية من الإستمرار.

المواد غير الطيارة non-volatiles: تستمر أكسدة الكاتيكينات فى المجفف حتى يحدث مسخ للإنزيمات. ولكن الحرق/المعاملة بالنار firing له تأثير بسيط أو لاتأثير على التكوين الفينولى. ومن أهم تأثيرات الحرق/المعاملة بالنار firing هو تغير لون الورقة والذى يحدث هو تحول الكلورفيل إلى نيوفيتين والذى مع الثيافلافينات والثياروبيجينات يعطى اللون الأسود المرغوب إلى المنتج الجاف وتفقد كميات صغيرة من الكافيين خلال التسامى.

المواد الطيارة volatiles: الحرق/المعاملة بالنار firing يصاحبه فقد فى عبير الشاى بالرغم عن أن بعض المركبات تستمر فى التكون خلال هذه المرحلة فتنقص الكحولات والكربونيلات والمركبات الفينولية بدرجة كبيرة بينما تزداد أحماض الخليك والبروبيونيك والايزوبيوتريك كما يزداد الجيرانيول والفينيل إيثانول وكحول البنزايل والفينيل أسيتالدهايد والأيزوفاليرالدهايد والترانس-٢-أوكتين-١-أول trans-2-octen-1-ol وتتكون البيرازينات والبيريدينات والكينولينات. والألدهيدات غالباً تؤكسد إلى أحماض كربوكسيلية حيث أن مستوى الأحماض الكلية يزيد. والكاروتينات تعطى عدداً من المركبات المتطايرة مثل الـ β-أيونون وثنائى أيدرواكتينيديولايد dihydroxyactinidiolide بواسطة الإحتراق الشديد. ويحدث إنخفاض صغير فى الكربوايدرات الذائبة وغالباً يحدث لها تكرمل.

• **تصنيع الشاى الأخضر**

green tea manufacture

نشاط أكسيداز عديد الفينول وعديد الفينولات: من أهم التغيرات الكيموحيوية التى تحدث خلال المعاملة بالبخار والتحميص هو تثبيط إنزيم أكسيداز عديد الفينول بحيث أن الكاتيكينات تبقى غير مؤكسدة مما يحفظ اللون الأخضر للورقة. ولو أن الشاى الأخضر يصنع من أصناف أقل فى الكاتيكينات عن الشاى الأسود فإن وجود الكاتيكينات غير المؤكسدة يضمن للشاى الأخضر أن يكون أكثر إنقباضاً عن الشاى الأسود. فتطور عمليات الأكسدة أثناء تصنيع الشاى الأخضر ضار بجودة الشاى الأخضر. وهناك تحول مسمر/بنى فينولى بسيط أثناء الفترات الأخيرة لإنتاج الشاى الأخضر وتقل محتويات عديد الفينولات والكاتيكينات بحوالى ١٧ – ١٨٪ فقط أثناء تصنيع الشاى الأخضر. وترتبط نفاذية الشاى الأخضر غالباً مع محتوى جالات الفلافانول.

المواد المتطايرة volatiles: كل شاى أخضر له نكهة خاصة وفى أثناء الإنتاج يحدث تغيرات فى المواد الطيارة الموجودة فى الورقة الطازجة. ففى العملية اليابانية تزيد مركبات العبير فى الفلافين ثانية من المعاملة بالبخار خاصة سيس-٣-هكسينول *cis*-3-hexenol وخلات سيس-٣-هكسينول وأكسيدات اللينالول. ثم تنقص معظم مكونات العبير خاصة المركبات الثلاث أعلاه. وتتحول أحماض الفورميك والخليك و ن-بيوتريك ومشابه البيوتريك والبروبيونيك إلى مركبات أخرى مهمة فى عبير الشاى الأخضر أثناء المعاملة بالبخار/التحميص.

والشاى الأخضر عادة له مستويات أقل من مركبات العبير عن المخمر جزئياً أو الشاى الأسود نظراً لغياب كل من الذبول والتخمر. ولو أن معظم مكونات عبير الشاى الأسود توجد فى الشاى الأخضر فإن نسبها تختلف. وبصفة عامة فإن عبير الشاى الأسود يحتوى لينالول وسيس-٣-هيكسينول وأكسيد ترانس-لينالول وميثيل ساليسالات وحمض هكسانويك أكثر عن عبير الشاى الأخضر. بينما عبير الشاى الأخضر يحتوى أكثر من الاندول وكحول البنزايل والنوروليدول

norolidol والـ β-ايونون. ومركبات العبير التى تم التعـرف عليـها فـى الشـاى الأخضـر تشـمل الأيدروكربونـات والكحـولات والألدهيـدات والكيتونـات والاسـترات واللاكتونـات والأحمـاض والفينولات ومركبات الكبريت ومركبات نتروجينية.

• **تصنيع الشاى المخمر جزئياً**
partially fermented tea manufacture

شاى أولونج oolong tea يشار إليه كثيراً بأنه شاى نصف أو شاى متخمر جزئياً وله مذاق قابض بسيط ولطيف وعبير ثابت وقوى ونقيع أحمر براق.

الذبول واللف البسيط
withering & mild rolling

ينتج عبير شـاى أولونـج أثنـاء الذبـول والمعاملـة بـاللف بالبكـر الخفيـف soft-hand rolling. فالذبول الدافـىء (على ٤٠°م تقريباً) ومايتبعه من ذبول ناعم يساعد على تكوين الكحولات التربينية وكحول البنزايل و٢-فينيل إيثانول وساليسالات الميثيل ولاكتون الياسمين jasmine lactone والأندول والتى يُسَهل تكوينها إنزيمات أيدروليتية. وأكسدة الدهون وإنتاج ترانس-٢-هكسينال أقل منه بالنسبة للشاى الأسود.

التخمر: أطراف وحروف الورقة تختمر أثناء التخمر القصير وينتهى عندما تتحـول الأطـراف والحـروف الى اللون البنى المحمر وعندما يتكـون عبير معين. والعمليـات الإنزيميـة تتطـور إلى درجـة أقـل مـن الشاى الأسود فتبقى نسبة كبيرة من الكاتيكينـات غير متأثرة.

التحميص واللف على درجة حرارة عالية
roasting & high-temperature rolling

يقف التخمر بالتحميص وتحت تأثير درجة الحرارة العالية والرطوبة تتكون زيـوت طيـارة تحـدد عبير الشاى. وبالإضافة فإن الكاتيكينات تتأكسد مما ينتـج عنه تكـون مركبـات مسئولة عـن المـذاق "المميَّز peculiar" للشاى المُصَنَّع. وهناك شدة فى لـون النقيع وتكرمل جزئى للكربوايدرات مما يساهم فـى تقوية لون الشاى وعبيره.

(Macrae)

جودة الشاى tea quality

إن المصطلح "جودة quality" هو مصطلح خادع بالنسبة للشاى. فإلى حد كبير مقاييس الجودة توضع بواسـطة "ذواقـى الشـاى" وهـؤلاء يسـتخدمون إصطلاحات كثيرة لوصـف وتقدير المعالم المختلفة التى تساهم فى جـودة الشـاى. ومعالـم الجـودة الأكثر أهميـة هـى العبير aroma والمـذاق taste والمظهر appearance. وقـد أُجْـرِىَ كثـير مـن الجهد لمحاولـة ربـط المكونـات المختلفـة للورقـة الطازجة أو الشاى المعامل أو النقيع مع تقديـرات ذواقى الشـاى. ولكـن خاصيـة معينـة والتى تعتبر مرغوبة جداً فى شاى موجه إلى سوق معين ممكن أن تعتبر ضارة فى شاى مطلوب فـى سـوق آخـر. وكذلك فإن الإحتياجات تختلـف بـين المنتجـات المختلفة مثل العبير الأخضر الطـازج والـذى هـو ضرورى لجودة الشاى الأخضر قد تعتبر عيبـاً فـى الشاى الأسود.

وفيما عدا عدد من الماركات الخاصة فإن معظم الشاى الأسود يشترى بواسطة مشترى الشـاى ثـم

يخلط لمقابلة طلبات السوق وبعد خلطه فإن الشاى يفقد شخصيته والمُنْتِج ليس له أى ضبط على قيمة المُنْتَج النهائى. ومشترى الشاى يعرف جيداً جودة الشايات المطلوبة لخلطها لسوقه الخاص، وإتاحة الشايات من هذه الجودة يحدد إذا ماكان سيشترى والسعر الذى يشترى به. وأحياناً ينتج عنه طلب على شايات من جودة أقل بينما درجات الجودة الأولى تبقى غير مباعة. والمُنْتِج بهذه الطريقة قد يرغب فى التركيز على إنتاج شايات أقل جودة ولكن تقلبات السوق قد تؤدى إلى العكس فى الوقت الذى يصل فيه إنتاجه للسوق. والأدهى أن مثل هذه السياسة ينتج عنها إنهيار عام فى الجودة والتى تهدم صورة الشاى كمشروب. فى النهاية فإنه من الضرورى للمنتجين أن يزيدوا الجودة إلى أقصى حد خاصة وأن الشاى يتم إنتاج كميات كبيرة منه.

تذوق الشاى tea tasting

يتطلب الشاى - كغيره من المنتجات - تقدير الجودة دائماً أثناء تصنيعه وتعبئته وتخزينه ويتطلب الأمر وصف وتقدير الشايات قبل وبعد النقع infusion فى ماء يغلى. وتوضع دفعة من عينات الشاى فى صف ولكل عينة شاى تخصص سلطانية من الفخار أو الصينى وكأس له غطاء وكل منهما له سعة معينة. ومقدار من الشاى قدره ٢,٨٣جم (٠,١ أوقية أو ٤٤ حبة) توضع فى كل كأس ويضاف ماء يغلى إلى الكأس لإنتاج ٢٪ شراب brew ويغطى. وبعد النقع لمدة ٥ - ٦ق فإن السائل يصب فى السلطانية والشاى المنقوع يهز من الكأس ويضغط من الرطوبة الزائدة ويوضع فى الغطاء المقلوب والذى يوضع بعد ذلك على "قمة" الكأس".

والورقة الجافة تختبر ويقدر اللون والدرجة ووحدة حجم الجسيم وشكله ودرجة التصنيع ووجود أطراف الورقة و/أو السويقة غير المرغوبة والألياف والشعور feel والعبير. ثم يجرى الإنتباه إلى الورقة المنقوعة والتى يشار إليها بإسم النقيع وهذه يجب أن تكون فى لون النحاس البراق وخالية من شائبة خضرة الكلوروفيل. ومن لون إنتظام الورقة المنقوعة فإن الذَّوَاق يتمكن من عمل تقدير لدرجة وجودة التخمر.

وبإزالة الغطاء فإن عبيراً من البخار الموجود فى الكأس يمكن تقديره ثم يقدر السائل وهو لازال دافئاً أولاً من حيث المظهر وهذا عندما يصب أولاً يجب أن يكون براقاً ورائقاً مع شائبة محمرة مع سطح شكل هلالى وردى خفيف faint pink meniscus حيث يلمس السائل الكأس ثم إلى المذاق. وعندما يبرد فإن السوائل الأحسن جودة تصبح معتمة تبعاً لعملية تعرف بإسم"الكريمية إلى أسفل creaming down" وهذه أساساً ترسيب للمواد الفردية المقسمة بدقة والآتية من الكافيين والبروتين وعديد الفينول خاصة الثيافلافينات.

ولخواص المذاق للسائل أهمية خاصة وفى المصطلحات غير العلمية فإن مصطلحات "المذاق" و "النكهة" كثيراً ماتعتبر مترادفة ولكن فى التسميات العلمية فإن هذه الكلمات تستخدم لوصف خاصيتين مختلفتين ومتميزتين. فنكهة محلول مائى تشمل: ١- إحساس المذاقات الأساسية من حلو

وحمضى ومر وملح والتى يتم الإحساس بها باللسان وتنتج عن مواد غير طيارة موجودة بكميات كبيرة.
٢- أما الرائحة أو العبير فيشعر بها بالأنف وتنتج عن بخار مكونات طيارة وكثير منها موجود فقط فى كميات صغيرة جداً. فالمذاق يشير فقط إلى الاحساسات الناتجة عن المكونات غير الطيارة وفى مذاق الشاى فإن المصطلح مذاق taste يستخدم فى معناه العام وبذلك فهو يشمل العبير.

والتذوق الحقيقى يجرى بمص sucking بدلاً من الرشف sipping بحيث يسحب السائل إلى خلف الفم مع الشهيق وإلى أعلا حيث العصب الشمى فى الأنف. ثم يحف/يهف swished إلى الخلف وإلى الأمام بحيث يتصل باللسان والحنك/أعلى باطن الفم والمناطق الأخرى من الفم حيث توجد المستقبلات الحسية. وبإستخدام هذه التقنية البارعة وإن كانت ذات جلبة فإن الذوّاق يستطيع أن يشعر ويتذوق ويشم السائل فى نفس الوقت وبذا يستطيع أن يحدد إنعاشه briskness وقوته strength وجسمه body ونكهته flavour. والسائل يؤخذ إما مباشرة من الكأس أو من ملعقة خاصة. وبعد المذاق فإن السائل لايبلع بل يبصق.

ومتذوقوا الشاى يركزون على المظهر واللون والقوة واللذاعة pungency والنكهة. ولكل مَعْلَم أو خاصية فإن هناك عدد كبير من المصطلحات الوصفية المتخصصة متاح لإستخدام متذوقى الشاى. ومتذوق الشاى يستطيع تذوق ٥٠ عينة أو أكثر فى الجلسة الواحدة.

وبالرغم من كونها طريقة غير موضوعية/شخصية والتى قد تتأثر بمتغيرات مثل العرض والطلب والحالة الصحية للمتذوق وأفضلياته وتحيزاته فإن تذوق الشاى لازال يعتبر أحسن الطرق المتاحة لتقدير جودة الشاى فى التجارة. ونجاح العملية مبنى على سرعتها وعدم تكاليفها وأنها تتطلب أقل الأجهزة. ومن الناحية العلمية فإن الطريقة أقل تقبلاً وعدة طرق كيماوية يتم تطويرها حالياً وإستخدامها لتحل محل أو تكمل دور متذوقى الشاى فى تقدير جودة الشاى. ومع ذلك فلم يمكن أن يحل محلهم طريقة واحدة موثوقة وذات موضوعية علمية.

التحليل الكيماوى للشاى الأسود
chemical analysis of black tea

مواصفات منظمة المقاييس العالمية -الشاى الأسود- تعريف وإحتياجات أساسية (ن.ق.ع ISO ٣٧٢٠) تحدد متطلبات كيماوية معينة للشاى الأسود وهى إذا تم تحقيقها تعتبر أنها أنتجت بواسطة عملية إنتاج جيدة. وهذه المتطلبات توجد فى الجدول (٣) مع أرقام ن.ق.ع ISO لمواصفات كل معلم يتم قياسه. و ن.ق.ع ISO ٣٧٢٠ يعرف الشاى الأسود بأنه الشاى المنتج فقط من أوراق وبراعم وسيقان طرية لأنواع من نوع species (*Camellia sinensis*) وأسعار الشاى وجودة الشاى لازالت مؤسسة على تقديرات متذوقى الشاى. ومن المقبول عامة أن متذوقى الشاى الخبراء لهم المقدرة على تقدير إذا ما كان الشاى يمكن أن يقابل متطلبات ن.ق.ع ISO ٣٧٢٠.
وفى الواقع فإن التحليل الكيماوى لايجرى إلا إذا إعتبر متذوقو الشاى هذا الشاى "مشكوكاً" فيه.

جدول (٣): الإحتياجات الكيماوية للشاي الأسود.

الخاصية	المتطلب/ الإحتياج ٪	طريقة الإختبار
المستخلص المائى		
أقل حد	٣٢	ن.ق.ع ISO ١٥٧٤
الرماد الكلى		
أقصى حد	٨	ن.ق.ع ISO ١٥٧٥
أقل حد	٤	
الرماد الذائب فى الماء من الرماد الكلى		
أقل حد	٤٥	ن.ق.ع ISO ١٥٧٦
قلوية الرماد القابل للذوبان فى الماء (كـ بو أ يد)		
أقصى حد	١,٠ [أ]	ن.ق.ع ISO ١٥٧٨
أقل حد	٣,٠ [أ]	
رماد غير قابل للذوبان فى الماء		
أقصى حد	١,٠	ن.ق.ع ISO ١٥٧٧
ألياف خام		
أقصى حد	١٦,٥	ن.ق.ع ISO ٥٤٩٨

أ: عندما يعبر عن قلوية الرماد القابل للذوبان فى الماء بـ ميللى جزىء بو أ يد/١٠٠جم من العينة المطحونة فإن الحدود تكون ١٧,٨ كحد أدنى و٥٣,٦ ميللى جزىء كحد أقصى/أعلا.

وقد تم تطوير عدة طرق كيماوية لتحديد معالم جودة خاصة فى الشاى فالمكونات الطيارة فى الشاى ويشار إليها غالباً كمعقد العبير aroma complex قد تم دراستها بكروماتوجرافيا الغاز ومطياف الكتلة وعرف أكثر من ٦٠٠ مركباً. وهناك طريقة روتينية لتحديد العبير عرفت بدليل النكهة د.ن flavour index FI والمواد المتطايرة الرئيسية قسمت إلى قسمين متميزين: مواد لها عبير لطيف ومرغوبة جداً (مجموعة ٢) ومواد ولو أنها مكونات ضرورية للشاى فهى تعتبر أن لها تأثير ضار على النكهة عندما توجد فى كميات كبيرة (مجموعة ١) (الجدول ٤). والمواد المتطايرة يتم إستخلاصها المتزامن بالتقطير البخارى/ الإستخلاص بالمذيب وتفصل بكراموتوجرافيا الغاز وتُعْرَفْ بمطياف الكتلة و د.ن FI المتطاير هو نسبة المواد المتطايرة من مجموعة ٢ إلى المجموعة ١. والشايات المنكهة بها كميات أكبر من مركبات مجموعة ٢ بالنسبة لمجموعة ١.

ومكونات النكهة غير المتطايرة يسودها المواد الفينولية وفى حالة الشاى الأسود فإن معظم المذاق يرجع إلى وجود منتجات التخمر الفينولى الفريدة الثيافلافينات والثياروبيجينات والتى توصف جودتها الحسية بمصطلحات شعور الفم mouth feel واللون. والثيافلافينات مسئولة عن الإنعاش briskness والإشراق brightness بينما الثياروبيجينات مسئولة عن الجسم body واللون. وبصفة عامة فإن الشايات ذات المستوى العالى فى الثياروبيجينات بالنسبة للثيافلافينات يعتبر لها شعور فم ناعم soft ولون مطفى dull وبالعكس فإن الشايات كثيراً ماتوصف بأنها ناقصة الجسم واللون.

وكلا الثيافلافينات والثياروبيجينات تقدر بطرق مطيافية والتى تعطى كمية كلية للمجموعة.

جدول (٤): بعض مركبات النكهة المتطايرة التى تستخدم فى تحديد دليل النكهة.

مواد متطايرة فى مجموعة ١	مواد متطايرة فى مجموعة ٢
ايزوفاليرالدهايد	أكسيد لينالول (ز) فيورانويد
٢-ايثيل فيوران	أكسيد لينالول (ئى) فيورانويد
هيكسانال	بنزالدهايد
١-بنتين-٣-أول	لينالول
هيبتانال	β-سيكلوسترال
(ز)-٣-هكسينال	هو-ثلاثى اينول ho-trienol
(ئى)-٢-هيكسينال	١-ايثيل فورميل بيرول
بنتان-١-أول	فينيل اسيتالدهايد
(ز)-٢-بنتين-١-أول	α-تيربينيول
هكسان-١-أول	أكسيد اللينالول (ز) بيرانويد
(ز)-٣-هكسين-١-أول	أكسيد اللينالول (ئى) بيرانويد
نونانال	ميثيل ساليسالات
(ئى)-٢-هيكسين-١-أول	نيرول
(ئى،ز)-٢،٤-هيبتا ثنائى اينال	جيرانول
(ئى،ئى)-٢،٤-هيبتا ثنائى اينال	كحول بنزايل
	β-ايونون
	نيروليدول
	بوفوليد
	ثنائى ايدرواكتينيد يوليد

الشوائب والمعادن الثقيلة وبقايا المبيدات
contaminants, heavy metals & pesticide residues

عدد من المنتجين والبلاد المستهلكة لها متطلبات من حيث مشوبات المعادن الثقيلة فى الشاى. والجدول (٥) يعطى الحدود المسموح بها فى كينيا.

جدول (٥): حدود المعادن الثقيلة والفلور المسموح بها فى كينيا على أساس الوزن الجاف.

الملوث	الحد (مجم/كجم)	الملوث	الحد (مجم/كجم)
زرنيخ	١,٠	خارصين	٥٠,٠
رصاص	١٠,٠	فلور	١٠٠,٠
نحاس	١٥٠,٠		

وقد وضع دستور الأغذية حدودا لبقايا المبيدات فى الشاى الأسود على أساس الوزن الجاف (جدول ٦).

جدول (٦): بقايا المبيدات المسموح بها فى الشاى الأسود.

المبيد	المستوى (مجم/كجم)	المبيد	المستوى (مجم/كجم)
ايثيون	٥,٠	بروموبروبيلات	٥,٠
فينيتروثيون	٠,٥	ميثيل كلوربيريفوس	٠,١
ميثداثيون	٠,١	كارتاب	٢٠,٠
ميثيل باراثيون	٠,٢	برميثرين	٢٠,٠
سيهكساتين	٢,٠	دلتاميثرين	١٠,٠

نكهات غير مرغوبة ولطخ
off-flavors and taints

أسباب النكهات غير المرغوبة واللطخ

النكهة غير المرغوبة أو اللطخة يمكن أن تعرف بأنها المذاق أو الرائحة التى تعتبر غير عادية فى الشاى.

والنكهات غير المرغوبة تأتى للشاى من عديد من المصادر ويمكن أن تعزى لمادة واحدة أو عدة مواد كيماوية والتى لاتوجد عادة فى الشاى أو أحياناً بتركيزات عالية من مركبات توجد عادة كآثار.

والكيماويات المسئولة عن اللطخ معظمها مركبات عضوية طيارة لها عتبات رائحة منخفضة. وتحديد اللطخ يأخذ وقتاً وصعباً لأنها موجودة فى تركيزات منخفضة جداً. والشاى الملطخ ليس له علاج وبالتالى فليس هناك مندوحة من إتخاذ الإجراءات اللازمة لِعَدَم تلطخ الشاى.

فالقواعد الصحية يجب إتباعها بشدة مع إستخدام كل الطرق لضمان جودة الناتج. وفيما يلى أسباب عامة للطخ فى الشاى:

الرطوبة moisture: الشاى مسترطب وعلى ذلك فإن ضبط محتوى الرطوبة شىء حرج. فمحتوى رطوبة ٦,٥٪ ضار جداً لأنه يشجع على سرعة نمو الفطر والبكتريا. والمركبات المتطايرة التى تنتج نتيجة نمو الفطر والبكتريا هى مصدر رئيسى للطخ وهى توصف عتيقة musty أو عفنة fusty أو عفن فطرى mouldy أو خارج gone-off أو فاكهى fruity أو حمضى sour. ووجود مستويات عالية من الرطوبة فى الشاى عند ملاحظة اللطخة أولاً يبين سبب اللطخة ثم يحاول معرفة المركبات المسئولة. ويمكن أن تحدث العدوى الفطرية أو البكتيرية أثناء المعاملة خاصة فى الذبول والتخمر إذا كانت الورقة رطبة جداً أو الظروف غير نظيفة. وبالعكس فإن الشاى الذى يخرج من المجفف بمحتوى رطوبة ٢,٥٪ أو أقل يكون له لطخة "مدخنة smoky" وتجعله غير مقبول.

الكلوروفينولات والكلوروانيسولات
chlorophenols & chloroanisoles

الكلوروفينولات تعطى الشاى لطخة مطهر. والفطر والبكتيريا تستطيع تحويل الكلوروفينولات إلى الكلوروانيسولات بعملية ممثلة methylation. والكلوروانيسولات لها رائحة عفنة/فطرية كثيراً ماتوصف بأنها "بدروم قديم old cellars" أو "كيس رطب damp sacks" ولها عتبات أقل من الكلوروفينولات. والـ ٢، ٤، ٦-ثلاثى كلوروانيسول، ٢، ٣، ٤، ٦-رباعى كلوروانيسول قد وجدت فى الشاى الملطخ، ولها عتبات فى الماء قدرها ٣ × ١٠^-٥، ٤× ١٠^-٣ ميكروجرام/كجم بالتتابع (الصورة ٣).

والشاى يجب ألا يخزن بجانب أى مادة لها رائحة قوية نظراً لمقدرته على إمتصاص الروائح. كذلك يجب ألا تكلور المياه المستخدمة فى المصنع لأن الكلوروفينولات يمكن أن تتكون بالتفاعل مع الفينولات.

الأسمدة النتروجينية: إنه بعد حدود معينة من التسميد يسبب التسميد اللطخ. فقد وجد أن بعض أيضات الفطر والبكتيريا التى تتكون فى التربة بكميات كبيرة كنتيجة لزيادة نسبة النتروجين يمكن أن يأخذها الشاى وتظهر كلطخ.

التعرف على وتحليل المركبات المسئولة عن اللطخ

اللطخ يعرفها فى أول الأمر متذوقوا الشاى ثم يحدد المصدر بأحد الطريقتين: حركة المنتج من وقت اللطخة ماعُرِفَت أولاً ثم يرجع حتى إلى

الحقل إذا لزم الأمر. وثانياً يحلل الشاى لمعرفة المركبات المسئولة. ويناقش محلل النكهة الأمر مع متذوقى الشاى ثم يحاول البحث عن المركبات المعروفة التى تسبب اللطخة. وتستخدم فى ذلك الطرق التحليلية مثل كروموتوجرافيا الحيز العلوى والتقطير البخارى المستمر وإستخلاص المواد الطيارة بالمذيب ثم الفصل بكروماتوجرافيا الغاز وغير ذلك من الطرق.

٢،٣،٤،٦-رباعى كلوروانيسول — ٢،٤،٦-ثلاثى كلوروانيسول

٢-ميثيل مشابه بورنيول — جيوسمين

صورة (٣): بعض المركبات المسئولة عن اللطخ فى الشاى الأسود.

شاى بروجواى/ماتى maté

الإسم العلمى *Ilex paraguaryensis*

Ilex (paraguariensis)

الفصيلة/العائلة: البهشية Aquifoliaceae

(Everett)

بعض أوصاف

أوراقه مبططة أو رمحية ومسننة والأفرع تجفف على النار ثم تزال الأوراق بالضرب بالعصى وتجفف فى مجففات ثم تسحق كمسحوق. وهو يعمل شاياً مخضراً قليل المرارة ومنعش وهناك أصناف أغمق. وهو يشرب مع ليمون وسكر وأحياناً سكر محروق وهو يحتوى كافيين وفيه تانين أقل من الشاى. وهو منتشر فى أمريكا الجنوبية وقد سمى شاى برازيلى أو برياً. (Stobart & Ensminger)

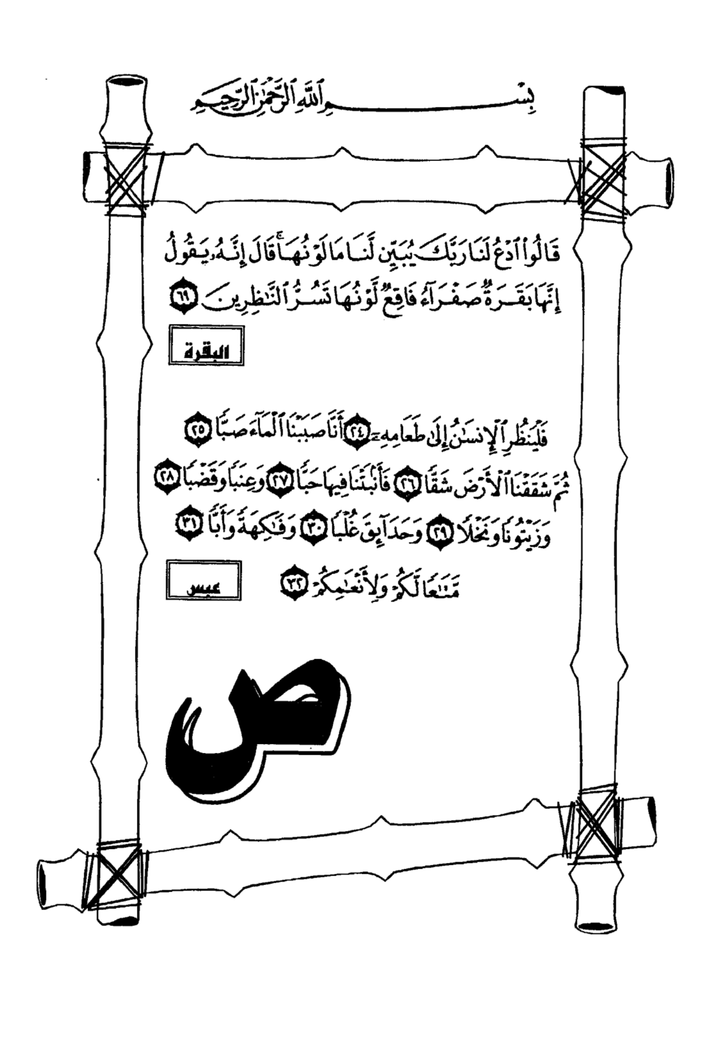
شاى المكسيك

الإسم العلمى

Chenopopodium ambrosioides

ينبت بريا فى بعض نواحى الشام. ويستعمل ورقه كالشاى فى أمريكا الجنوبية.

(الشهابى)


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ
قَالُوا ادْعُ لَنَا رَبَّكَ يُبَيِّن لَّنَا مَا لَوْنُهَا قَالَ إِنَّهُ يَقُولُ إِنَّهَا بَقَرَةٌ صَفْرَاءُ فَاقِعٌ لَّوْنُهَا تَسُرُّ النَّاظِرِينَ ﴿٦٩﴾
البقرة
فَلْيَنظُرِ الْإِنسَانُ إِلَىٰ طَعَامِهِ ﴿٢٤﴾ أَنَّا صَبَبْنَا الْمَاءَ صَبًّا ﴿٢٥﴾ ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا ﴿٢٦﴾ فَأَنبَتْنَا فِيهَا حَبًّا ﴿٢٧﴾ وَعِنَبًا وَقَضْبًا ﴿٢٨﴾ وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا ﴿٢٩﴾ وَحَدَائِقَ غُلْبًا ﴿٣٠﴾ وَفَاكِهَةً وَأَبًّا ﴿٣١﴾ مَّتَاعًا لَّكُمْ وَلِأَنْعَامِكُمْ ﴿٣٢﴾
عبس
ص

صابوغة pilchard

أنظر: سمك

صبر

تصبيرة tasbira

أى أكل يأخذه الإنسان يرفع عنه حاسة الجوع حتى يحل وقت الوجبة.

صبغ

صبغ حزازى/حناء قريش archil/orchil

الإسم العلمى *Roccella tinctoria*

يعيش على صخور شواطىء البحر ويستخرج منه صبغ أحمر. (الشهابى)

صبغات pigments

صبغات طبيعية: أنظر كل منها على حده (أنثوسيانين، ... ألخ.)

صبن

صابونين saponin

الصابونينات مجموعة من الجليكوسيدات غير المتجانسة توجد فى كثير من النباتات خاصة البقول وهى إذا قلبت فى الماء تكون رغوة كما أن لها تأثير حال للدم haemolytic على خلايا الدم الحمراء ولها تأثير على خواص الكوليسترول الرابطة ولها طعم مر. وهذه الخواص لايلزم أنها توجد فى جميع أفراد المجموعة. وبعض هذه الخواص نافع والآخر ضار.

الخواص الكيماوية والفيزيقية

تتكون الصابونينات من وحدة غير كربوايدراتية aglycone متصلة بواحد أو أكثر من سلاسل الكربوايدرات (الصورة ١). وهذا الجزء غير الكربوايدراتى أو صابوجينينى sapogenin إما ستيرول أو عادة وحدة ثلاثى تربين triterpene أما الجزء الكربوايدراتى فيتصل عادة بالكربون ٣.

والصابونينات لها نشاط سطحى لأن جزء الكربوايدرات ذائب فى الماء بينما الصابوجينين يذوب فى الدهن. وهو يتأثر برقم جيد وثابت ضد الحرارة ونشاطه البيولوجى لايتأثر بالطبخ. والجدول (١) يعطى بعض محتويات الصابونين فى البقول.

جدول (١) بعض محتويات البقول من الصابونينات.

البقول	محتوى الصابونين (جم/كجم وزن جاف)
الحمص	٢,٣
البسلة	١,٨
الفاصوليا الخضراء	٤,١
فاصوليا زبدية	٣,٥
العدس	١,١
الماش	٠,٥
فاصوليا مدادة	٣,٤
فول الصويا	٦,٥
البسلة الصفراء المشقوقة	١,١

صورة (١): تركيب صابونين
من فول الصويا.

ويتفاعل الصابونين مع الاستيرولات فى الأغشية مما يزيد من نفاذية أغشية البلازما وتتكسر الخلايا ويخرج الهيموجلوبين. والصابونين يقلل من كوليسترول البلازما. وهو قد يتفاعل مع كوليسترول الغذاء منتجاً معقدات غير ذائبة تمنع من إمتصاص الكوليسترول. أو تؤثر على أيض الكوليسترول بالتفاعل مع أملاح الصفراء. كما أن الصابونينات تكون تجمع غروى لجزيئات مُذَيْلَة micelles مع الكوليستيرول وأملاح الصفراء وتصبح كبيرة جداً فلا تمر من الجدر المعوية.

وعندما أضيف صابونين الألفالفا بمستويات عالية لأغذية الحيوانات غير المجترة فإن نقصاً فى معدلات النمو وكفاءة العلف قد حدث. وقد يؤثر الصابونين على نشاط كل من الكيموتربسين والتربسين كما يؤثر على إمتصاص البروتين.

وعموماً فهو يمتص بمستويات ضعيفة والصابونينات تتراوح مابين ١٠، ١٠٠٠ مرات سامة عندما تعطى فى الوريد عما لو أعطيت عن طريق الفم.

(Macrae)

صَعُب

صعوبة المياه **water hardness**

أنظر: ماء/بالول/بلال

صعتر/سعتر/زعتر thyme

سعتر/سعر/زعتر برى wild thyme

أنظر: سعتر وسعتر برى

صفح

صفيح tin plate

أنظر: علب

صفر

أنظر: ألوان

صفار البيض yolk

أنظر: بيض

التصحاح sanitization

التصحاح أو التطهير هو إزالة الكائنات الحية الدقيقة بحيث تبقى فقط على مستويات غير ضارة بالصحة وهذه الإزالة يمكن أن تكون بالإزالة (أى التنظيف) أو القتل (مثل بالكيماويات أو الحرارة) أو بإرتباطات بين هذه الطرق. ومستوى الكائنات الدقيقة المسمى مأمون safe يختلف بإختلاف الموقع: فأرضية "مأمونة" يمكن أن يوجد بها بكتيريا أكثر من لوح خشب للتقطيع "مأمون". وكذلك تتوقف على نوع الكائن الحى الدقيق الموجود: فمثلاً مرض مثل الشيجيلا shigella حيث يمكن لأعداد صغيرة أن تسبب عدوى فقط الغياب الكلى يعتبر أماناً، ولغير المُمْرِضَات (أى التى لاتسبب مرضاً) فالكائنات المفسدة spoilage organisms بأعداد صغيرة لاتبدى أى خطر على الصحة أو الجودة. وعملية التطهير disinfection عادة لاتشمل قتل جراثيم البكتيريا. وهذه أشكال ساكنة مقاومة جداً فى دورة حياة أعضاء الجنسين الباسيلس/القضبان والكلوستريديا مثل *Bacillus aureus*، *botulinum* وهذه *Clostridium* تزال فقط بإستخدام طرق أشد من التعقيم أى الإزالة الكلية لحياة الكائنات الحية الدقيقة. وبعض المطهرات الكيماوية تستطيع قتل جراثيم البكتريا وتسمى "قاتلات الجراثيم sporicides".

الميكانيزم والحركيات
mechanisms & kinetics

تقتل المطهرات الكيماوية chemical disinfectants الكائنات الحية الدقيقة المستهدفة بالتفاعل مع مكون واحد أو أكثر حيوى للسلامة الداخلية ووظيفة الخلية. وهذا التفاعل يمكن أن يكون كيماوياً أو فيسيوكيماوى أو الإثنين. والتفاعل الكيماوى هو حيث الروابط التساهمية covalent فى الجزيئات تُكَسَّر أو تُكَوَّن أو حيث أن الشحنة على الأيون تتغير. والتفاعل الفسيوكيماوى هو حيث الروابط غير التساهمية أى مساحات الميل غير المحب للماء أو الجذب غير التساهمى المستقطب يُمَزَّق. وهذه التفاعلات تتبع عن قرب حركيات التفاعلات الكيماوية عامة بحيث أن قتل الكائنات الحية بالمطهرات يمكن أن يصنف بالمثل. وموت الكائنات الدقيقة قد يكون نتيجة تفاعل واحد أو إرتباطات بين تفاعلات مختلفة، وعلى ذلك فإن حركيات موت الكائنات الدقيقة يمكن أن تصبح أكثر تعقيداً عن التفاعلات الكيماوية البسيطة. وموت الكائنات الدقيقة فى

هذه الحالة يقترب من حركيات التفاعل الكيماوى الرتبة الأولى first order. فمعدلات موت الكائنات الدقيقة يحدث فى نمط لوغاريتمى ولبيان هذا إذا كان هناك ١٠٠٠٠٠٠ بكتريا يعمل عليها عامل كيماوى مميت فإنها تفقد نسبة بدلا من عدد معين من مجموعتها فى كل وحدة زمن. فإذا قتل عامل مميت ٩ من ١٠ من بكتريا معينة كل دقيقة (أى خفض لوغاريتمى واحد فى الدقيقة) فإن ١٠٠٠٠٠٠ بكتريا عند الزمن صفر (أى إبتداء التفاعل) تقل إلى ١٠٠٠٠٠ بعد دقيقة واحدة وإلى ١٠٠٠٠ بعد دقيقتين وهكذا. فبعد ستة دقائق يكون هناك بكتيريا واحدة باقية وبعد سبعة دقائق يكون هنا (نظريا) ٠,١ بكتيريا باقية. وإحصائياً فهذا يعنى بقاء بكتيريا واحدة فى كل عشرة عينات. وهذا يستمر بحيث عند ١٢ دقيقة من الإبتداء يكون هناك واحد/مليون one millionth من البكتيريا بمعنى بكتيريا واحدة فى كل مليون عينة. فالتطهير يأخذ عنصراً إحصائياً مثله مثل الأمان.

مقاومة الكائنات الدقيقة للمطهرات الكيماوية
microbial resistance to chemical disinfectants

مقاومة الكائنات الدقيقة للمطهرات الكيماوية هو أقل وضوحاً عن مايماثله من مقاومة الكائنات الدقيقة للمضادات الحيوية. فمع المضادات الحيوية فإن تركيز العامل الذى يتحقق فى الجسم يحدد مايسمى " بنقطة التحول break point " وهذه تعطى مستوى محدد طبيعى لتركيز المضاد الحيوى والذى عنده يمكن الحكم على المقاومة. وإذا قتل الكائن أو ثبط تحت نقطة التحول هذه يعتبر حساساً أما إذا نما عند أو أعلا من نقطة التحول فهو مقاوم. والتركيزات التى يمكن الحصول عليها من المطهرات الكيماوية لاتثبت وعادة يمكن تغييرها فى موقف إستخدام معين. وبالتالى "فالمقاومة" للمطهرات الكيماوية يمكن إعتبارها فى حدود هذه الإضطرارات constraints، ومع ذلك فإنها عملياً يمكن أن تكون مفيدة.

وهناك عدة ميكانيزمات يمكن لمقاومة المطهرات الكيماوية أن تعمل:

مقاومة فطرية innate resistance

وهذا يعنى أنه ليس هناك هدف حساس داخل خلية الكائن الحى الدقيق أو أن خلية الكائن الحى الدقيق بطريقة ما غير منفذة للعامل. ومن أمثلة ذلك مقاومة الفيروسات والتى تتضمن حمض نيوكلييك بروتين فقط (فيروسات بيكورنا picorna viruses وهى مجموعة تشمل عدداً من الفيروسات والتى تُعْدِى بالتناول مثل فيروس البوليو poliovirus) للمطهرات مثل الفينولات ومركبات رباعية الأمونيوم quarternary ammonium compounds. وكمثال للأخير هو المقاومة العالية لجراثيم البكتيريا لمعظم المطهرات. وجراثيم البكتيريا هى شكل "بقاء survival" لبعض أجناس البكتيريا والتى تظهر مقاومة شديدة للتثبيط الكيماوى الفيزيقى. وقليل من المطهرات الكيماوية "قاتلات الجراثيم sporicides" تستطيع تثبيط جراثيم البكتيريا.

مقاومة مكتسبة acquired resistance

فى هذا النوع من المقاومة بعض البكتريا يمكنها أن تتعود على النمو والبقاء فى المحاليل المطهرة وهذا قد يكون خلال عملية "تمرين training" حيث البكتيريا تعرض إلى تركيز تحت مميت للمطهر ويمكنها بعد ذلك أن تظهر عدداً من المظاهر الموروثة phenotypic مثل إنتاج الكبسولات والتى تستطيع أن تمكنها من البقاء فى تركيزات متزايدة من المطهر. وميكانيزم آخر هو بالحصول على عناصر وراثية قابلة للنقل transmissible genetic elements والتى تعطى المقاومة للعوامل المميتة. ولو أن هذه معروفة أكثر لمقاومة البكتيريا للمضادات الحيوية فهى توجد مع المطهرات.

أسباب فشل التطهير

reasons of failure of disinfection

توجد عوامل أخرى غير المقاومة الأصلية – والتى تسبب فشل عملية التطهير – تؤثر على أداء المطهر وتؤدى إلى نتيجة تطهير غير مثالية:

التعادل neutralization : معادلة مطهر كيماوى يمكن أن يحدث بطرق كيماوية أو فيزيقية. فالمطهرات تعمل بالتفاعل مع الجزيئات فى خلية الكائن الدقيق تساهمياً أو باستقطاب الشحنة وبذا تمزق وظائفها الحيوية. وبالمثل تتفاعل مع المواد العضوية غير الحية والتى تزيل جزيئات المطهر من المحلول المؤثر. وإذا كان هناك زيادة من المادة العضوية والمطهر له ميل شديد لها فهذا قد يؤدى إلى فشل المطهر نظراً لمعادلة المطهر. فالمطهر يتفاعل مع المادة العضوية غير الحية فيتبقى مالايكفى لأغراض قتل الكائنات الدقيقة. ويوجد أوجه أخرى أيضاً فمن الممكن أن يكون هناك تفاعل بين المطهر ومركبات معادلة مُحَوِلَةً مركب المطهر إلى ناتج تفاعل غير قاتل للكائنات الدقيقة. وهذه تفاعلات كيماوية متخصصة وتميل إلى أن تحدث فى ظروف غير عادية. والنوع الآخر من معادلة المطهر هو تفاعل فيزيقى مع المواد ذات النشاط السطحى – جزيئات كبيرة مشحونة أو مستقطبة – وبذا تزال جزيئات المطهر من المحلول النشط. والمطهرات المعرضة لهذا هى تلك التى يتوقف نشاطها على الشحنة أو الإستقطاب داخل جزيئاتها. وهذا يجعلها عرضة لتفاعلات مؤسسة على الشحنة وهذا يعنى أنه بمجرد أن شحنتها أو إستقطابها قد تم فإن مقدرتها على قتل الكائنات الدقيقة تكون قد تم معادلتها.

عدم الإتصال lack of contact: الفشل فى عمل إتصال مع الكائن المستهدف هو مصدر عام لعدم فاعلية التطهير. فالمادة العضوية ومعادلة المطهر يمكن أن تكون حاجزاً للمطهرات خاصة الكائنات الدقيقة داخلها ومسهلة بقاءها. وبعض المطهرات خاصة ذات المقدرات الفطرية innate أو ذات النشاط السطحى الإضافى تستطيع أن تتغلب على حواجز الحماية أحسن بينما الأخرى خاصة تلك التى تستطيع تخثير المواد البروتينية فإنها تكون عرضة لهذا النقص. ومع ذلك فحتى المطهرات ذات النشاط السطحى لاتستطيع أن تنفذ خلال الطبقات اللزجة أو المواد العضوية الصلبة فالسطح النظيف هو عامل أساسى مبدئى لكفاءة التطهير.

كما مع المادة العضوية فالكائنات في الشقوق السطحية عادة تكون محمية من الإتصال بالمطهرات وهذه الحماية يعززها وجود المادة العضوية. وفي مواقف حيث يكون صعبا على المطهر أن ينفذ للشق فإنه من المحتمل أن يكون مستحيلا عليه النفاذ إلى الشق إذا كان مملوءا ومحميا بالمواد العضوية وبالتالي فليس فقط غياب القذارة مطلوبا ولكن أيضا سطحا خاليا من الشقوق. ويجب إعتبار إستخدام المطهرات في طور التصميم بحيث يسمح بالوصول إلى كل السطوح أو بالتنظيف في المكان cleaning in place.

التركيز concentration : إذا استخدم تركيز منخفض فإن قتل الكائنات الدقيقة يكون غير كاف وإذا استخدم تركيز عال فالناتج هو هدر المصادر ومشاكل تآكل أو لطخ faint ومشاكل سمية.

وقت التعرض time of exposure : كل المطهرات تحتاج وقتا كافيا لتعمل ووقت تعرض الكائن الدقيق للمطهر يحدده التطبيق فمثلا من الموثوق به إستخدام مطهر سطح متطاير مثل الكحول كمسحة. والسطح يطهر ويجف ويكون معدا للإستخدام في ثوان ولكن هذا لايصلح لجميع الحالات.

مقدرة الإبتلال wetting ability : عندما يبسط مطهر لايحتوى منظفا detergent أو أي عامل آخر ذا نشاط سطحي (أي لايوجد له مقدرة إبتلال) على سطح فإن الفلم المتكون يتحول بسرعة إلى نقيطات مع وجود مساحات جافة بين النقيطات ولايحدث تطهير كاف في هذه المساحات الجافة. وعامل الإبتلال عادة منظف يسمح للمطهر بتكوين فلم مستمر على السطح وبذا يسمح بالفعل الكامل. ومقدرة الإبتلال تعزز مقدرة المطهر على النفاذ أو إزالة طبقات المواد العضوية.

درجة الحرارة temperature : كما في التفاعلات الكيماوية عامة فدرجة الحرارة والتي عندها يعمل المطهر تؤثر على سرعة نشاطه وعادة مالم يذكر غير ذلك فالمطهرات مشكلة لتعمل على درجات الحرارة المحيطة. وهناك تطبيقات حيث يمكن أن تعمل المطهرات على درجات حرارة منخفضة في وحدة إنتاج أغذية مبردة أو في الخارج في جو بارد. والمطهر ليعمل بتأثير في مثل هذه الظروف فإنه يحتاج أن يعمل على تركيزات أعلا أو لمدد أطول أو كليهما. ودرجات الحرارة تبتدىء في أن تصبح مميتة للبكتيريا الخضرية (وليس لجراثيم البكتيريا) والكائنات الأخرى حوالي ٦٠ – ٦٥°م ويحتاج الأمر لدقائق إلى ساعات للتطهير. أما عند ٨٠°م فيصبح التطهير أسرع بحيث يحتاج فقط إلى ثوان للكائنات الدقيقة المعرضة لتقتل على هذه الدرجة.

العوامل الأخرى التي تعتبر في إختبار المطهر
other factors to be considered in disinfectant choice

السمية toxicity: يمكن أن تتم السمية عن واحدة أو أكثر من الطرق فخلال الجلد أو بالتفاعل أو

الإستنشاق أو الإمتصاص فى الأغشية المخاطية مثل العيون والأنف. وهناك إعتباران: خطر على المُستَخدِم وخطر على المستهلك. وأهم خطر على المستخدم فهم الذين يتناولون مطهرات مركزة أو صلبة حيث السمية تكون عدة مرات قدر المحاليل المخففة وهم الذين سيعملون المحاليل المخففة وتشمل الرش والإتصال بالجلد والإستنشاق. ويجب أن يقيم المطهر ويقلل الخطر مع إستخدام أجهزة حامية مؤثرة ومناسبة (القفازات وحاميات العيون ...الخ). أما السمية للمستهلك وهى أقل حدوثاً إلا أنها حادة بسبب عدد الأشخاص الذين قد يتأثروا. ويجب إبعاد الكيماويات السامة الجوهرية من مساحات تناول الأغذية أو الطرق المؤدية لها.

اللطخ taints : بعض المطهرات يمكن أن تعطى لطخاً taints مميزة وغير مرغوبة للأغذية. واللطخ يمكن أن تسبب بتركيزات منخفضة لهذه الكيماويات، عادة أجزاء فى المليون من المطهر فى الغذاء. والمطهرات المسببة للطخ هى تلك المكونات المشتقة من الفينولات وأحسن شىء هو ألا توجد فى مساحات مناولة الأغذية.

التآكل corrosion : المطهرات التى لها طبيعة مؤكسدة يمكن أن تسبب أو تسرع التآكل لعدد من المعادن وخاصة المحتوية هيبوكلوريت والذى يستطيع أن يبتدىء صدأ صلب الكربون فى دقائق. والتآكل يتوقف على إرتباط من عدة عوامل فمكونات وتركيز المطهر والمواد التى على إتصال بالمطهر وزمن الإتصال ودرجة الحرارة.

خواص المطهرات المستخدمة
characteristics of commonly used disinfectants

هيبوكلوريتات hipochlorites: وهى أكثر المطهرات إستخداماً وميزاتها إنخفاض السمية وإنخفاض اللطخ وسرعة الفعل وطيف قتل كائنات دقيقة متسع ورخص السعر. والعيوب التآكل والتثبيط بتركيزات منخفضة من المادة العضوية. وهى متاحة كهيبوكلوريت الصوديوم وهو سائل صوديومى أو ثنائى كلورو مشابه السيانورات sodium dichloroisocyanurate والكلورامينات وكلاهما مواد صلبة ذائبة.

اليود iodine: مزاياه إنخفاض السمية وإنخفاض اللطخ وطيف قاتل للكائنات الدقيقة متسع. والعيوب التآكل لبعض المعادن (ولكن أقل من الهيبوكلوريت) وإستعداد للتثبيط على تركيزات منخفضة بواسطة مواد عضوية وأغلا من الهيبوكلوريت. وهو متاح كمعقد (أيودوفور) إما مع عديد فينيل بروليدون polyvinylpyrrolidone وهذا يوجد فى شكل معقد مع بقاء جزء صغير حر فى محلول وينطلق يود أكثر من المعقد كلما إستخدم اليود.

مطهر رباعى الأمونيوم quaternary ammonium disinfectants: مزاياه إنخفاض السمية ولطخ منخفضة والرخص وغير متآكل ويعمل

كمنظف إلى حد ما. والعيوب التثبيط بواسطة عدد من المواد وكثيراً مايكون له طيف غير كامل غير قاتل للكائنات الدقيقة. وهي عوامل تصحاح عامة ولكن يجب إستخدامها بحرص ومنها

يد٣ ك

كل- ⬡ ك يد٢ – ن+ يد٢٧ ك١٨

يد٣ ك

كلوريد البنزيل كونيم benzylkonium chloride (Macrae)

الصفيلح

(الصفيلح) كائن بحري يعتبر من الرخويات وهو بطيء الحركة يعيش مابين ١٥ ، ٢٠ سنة ملتصقاً بالصخور على عمق يزيد على ستة أمتار وقد يصل إلى عشرة أمتار ويوجد منه ٧٥ نوعاً معروفاً عالميا ويوجد بالمنطقة الجنوبية بسلطنة عمان على ساحل محافظة ظفار بطول ٦٠٠ كيلو متر وتصل إنتاجية أنثى الصفيلح من ٤٠٠ ألف إلى ٨٠٠ ألف بيضة خاصة في موسم التكاثر من أكتوبر وحتى مايو. وموسم صيد الصفيلح في نوفمبر وديسمبر فقط حيث لايسمح بإصطياد الأحجام الأقل من ٩ سم وذلك حرصاً على عملية التكاثر. ويوجد الصفيلح داخل صدفة ويتم نزع اللحم منها ويغسل قبل غليه وتجفيفه على مسطحات خشبية مغطاه بشباك لمدة بضعة أيام قبل جمعه وإعداده للتصدير. ويعتبر الصفليح من الموارد البحرية المهمة بالسلطنة منذ عام ١٩٥٠ حيث يصل سعر الكيلو منه إلى ٧٥ ريالاً عمانياً أي مايعادل ١٩٥ دولاراً حيث له قيمة غذائية مرتفعة تفوق كما يقول البعض جميع أنواع أدوية الفياجرا الحديثة لذلك يصل سعر الكيلو بعد تجفيفه إلى ٣٠٠ ريال أي مايعادل ٧٧٧ دولاراً.

(جريدة الأهرام: ٢٠٠١/٣/٢٥)

الصلب غير القابل للصدأ
stainless steel

الصلب غير القابل للصدأ يقاوم التآكل والحرارة وأساسه الحديد في سبائك تحتوى على الأقل ١٢٪ كروم وتزداد مقاومته للتآكل بزيادة الكروم ولكن أيضاً تزداد الخواص التركيبية fabricating ومقاومة التآكل بزيادة النيكل. ويمكن إضافة الموليبدنم والتيتانيم والنتروجين. ويقسم إلى أربع مجموعات:

١- صلب غير قابل للصدأ اوستينتيني austentic sainless steel : ويحتوى الكروم والنيكل وكثيراً ماتضاف معادن أخرى. وهي غير مغناطيسية وعادة تحتوى على ١٨٪ كروم ، ٨ - ١٠٪ نيكل ويمكن تقسيتها فقط بالشغل البارد.

٢- صلب غير قابل للصدأ حديدى ferritic stainless steel: وهو يحتوى الكروم أساساً (١٧٪). وهي مغناطيسية ولا تقسى إلا بالشغل البارد ويحتوى على ٠,٠٥٪ كربون.

٣- صلب غير قابل للصدأ مارتينستيني martenstitic: ويحتوى عادة على ١٢ - ١٣٪ كروم ونسب جوهرية من الكربون . وهي مغناطيسية وأقل مقاومة للتآكل من الصنفين السابقين.

٤- صلب غير قابل للصدأ مزدوج duplex stainless steel: وله تركيب اوستيتينى/ حديدى وبه كروم أكثر ونيكل أقل وقد يحتوى موليبدنم ونتروجين ونحاس.

خواص الصلب غير القابل للصدأ

الخواص الفيزيقية والميكانيكية: تتميز بالخواص الآتية:

١- التوصيل الحرارى المنخفض نسبياً وعلو مكافىء الإمتداد الحرارى للصلب الاوستينتينى.

٢- قوة الصلب غير القابل للصدأ بالنسبة للصلب الكربونى.

٣- علو المطيلية التوترية tensile ductility للصلب الأوستنتينى وهى مع اللحام الجيد تساهم فى التصنيع الجيد لهذا الصلب.

مقاومة التآكل

مقاومة التآكل للصلب غير القابل للصدأ تنتج عن تكون فلم أكسيد على السطح غير مرئى يحمى ويستطيع أن يصلح نفسه فى وجود الأكسجين وهو يحتاج إلى ١٢٪ كروم على الأقل للحصول على هذا "الفلم السلبى passive film". وفى وجود معظم الأغذية فإن نوع ٣٠٤ type 304 يصلح لمقاومة التآكل والتآكل النقرى pitting corrosion فإذا إحتاج الأمر يمكن إستخدام نوع ٣١٦ type 316. (Macrae)

أنظر: تآكل

صلصات السلطة والمايونيز
dressings & mayonnaise

صلصات السلطة سوائل أو منتجات شبه سائلة تستخدم لتنكية وترطيب وتغنية السلطات. وقد تستخدم كباسطات للسندوتشات أو مكونات فى عدد من الوصفات الساخنة أو الباردة.

وهى تقليدياً مستحلبات زيت فى ماء ، قطيرات من الزيت – الطور المشتت dispersed phase – تعلق فى طور حمضى مائى مستمر مثل الخل أو عصير الليمون وتضاف مكونات أخرى لتحوير النكهة أو القوام. ويمكن تقسيم صلصات السلطة إلى ثلاثة فئات على أساس مكوناتها وثباتها:

١- صلصات الزيت والخل (معظمها مستحلبات مؤقتة).

٢- صلصات مستحلبة (معظمها مستحلبات مستمرة/ثابتة).

٣- صلصات سلطة مطبوخة (معظمها مستحلبات تحتوى نشا كمثخن).

وكل نوع من صلصات السلطة يجب أن تخضع لمواصفات معينة.

أمثلة وإستخداماتها

صلصة السلطة من الزيت والخل

من أمثلة المستحلبات المؤقتة للزيت والخل صلصة السلطة الفرنسية الرنيسية والتغييرات عليها مثل الخردل الفرنسى والفرنسية بالأعشاب والإيطالية والحاذقة piquante والشيفونادة. والمكونات تشمل الخل والزيت ومكونات أخرى جافة. وفى هذه المنتجات ينفصل الطور السائل بعد الخلط

بالرغم من أن بعض المكونات الجافة مثل الخردل والبابريكا تتجمع عند يسطح الزيت-ماء لتعطى ثباتاً محدوداً للمُسْتحلَب وعلى ذلك فهذه السلطات يجب أن تخلط جيداً قبل الإستعمال. وهى كلما ضربت أو هزت أكثر كلما إستمرت أطول قبل أن تنفصل ثانية.

صلصات السلطة المُستَحْلَبة

أهم مثال لها المايونيز وهو مُسْتَحْلَب ثابت من زيت فى ماء. ويعمل المايونيز من زيت نباتى وخل و/أو ليمون وبيض كامل أو صفار بيض وعادة يضاف مواد تنكيه أخرى مثل الخردل والبابريكا والملح. والتعريف القانونى للمايونيز فى كثير من البلاد (مثل الولايات المتحدة) يتطلب أن يحتوى المايونيز فى التجارة إما صفار بيض أو بيض كامل وأن يكون محتواه من الزيت لايقل عن ٦٥٪ بالوزن. والبيض الكامل أو صفار البيض يعمل كمُسْتحْلِب ويخلق مستحلباً دائماً والنسبة العالية من الزيت تساهم جوهرياً فى لزوجة صلصة السلطة. والطبيعة اللزجة للمستحلبات الدائمة تجعل من الصعب أن تتجمع قطرات الزيت وينهدم المستحلب.

وصلصة السلطة الفرنسية المستحلبة تشبه صلصة السلطة الفرنسية فيما عدا أن صفار البيض يضاف لمنع الزيت والخل من أن ينفصلا. وتحضيرها يشبه تحضير المايونيز. والمايونيز كثيراً مايستخدم كصلصة سلطة ولكنه أكثر إستخداماً كأساس لمختلف صلصات السلطة الأخرى فالجُزُر الألف واللوسيس Lousis والروسية والشانتيلى chantilly وصلصة الجبن الزرقاء كلها أساسها المايونيز وهى ثخينة وكريمية وكثير منها تحتوى كريمة حمضية.

صلصات السلطة المطبوخة

صلصة السلطة المطبوخة تشبه المايونيز فى المظهر ولكنها تختلف فى بعض المكونات وفى طريقة التحضير. والمكونات الرئيسية زيت نباتى وخل أو عصير ليمون وبيض كامل أو صفار بيض ولبن أو ماء وعجينة نشا مطبوخة. وصلصة السلطة المطبوخة المعمولة منزلياً عادة تثخن بنشا و/أو بيض. وقليل جداً من الزيت - إذا وجد - يستخدم فى هذه الصلصات. وهى تبعاً لأنظمة هيئة الأغذية والأدوية الأمريكية يجب ألا تحتوى أقل من ٣٠٪ زيت نباتى ولا أقل من ٤٪ صفار بيض سائل أو مايكافئه. ولو أن هذه الصلصات كثيراً ماتشبه المايونيز فى المظهر فإنه لايمكن أن تسمى مايونيزاً لأن لها نسبة زيت وصفار بيض أقل بجانب أنها قد تحتوى نشا مطبوخ. ومحتوى الزيت الأقل يجعل هذه المنتجات أقل فى السعرات من المايونيز.

المنتجات ذات المستوى المنخفض فى الدهن low fat diet products

الإهتمام بالأغذية وسعراتها والألياف الغذائية وإستهلاك كوليسترول أقل والإتجاه للزيادة فى الأغذية النباتية كل هذه العوامل أثرت على إختيار نوع الغذاء. وصلصات السلطة ذات المحتوى الأقل فى الدهن وكذلك المايونيز تتطلب تصنيعاً يماثل المنتجات التقليدية بجانب أنها يجب أن تحتوى على زيت أقل بمقدار الثلث.

وإستخدام نفس الزيوت التي تستخدم في المنتجات ذات الدهن الكامل (عادة زيت فول الصويا). ويضاف في التركيبة صموغ خاصة زانثم xanthum والجينات لتثبيت الوصفة والماء يحل محل الدهن المزال. فهذه المنتجات تعتمد كاملاً على الأيدروغرويات في خواص اللزوجة والقوام.

وقد تم تطور مكونات تحل محل أو تخفض من محتوى الدهن وأحدهما هو سيمبليس simplesse وهذا عبارة عن إرتباط مابين اللبن وبروتينات بياض البيض محور فيزيقياً ومعامل بطريقة مسجلة الإختراع للتسخين والخلط تعرف بإسم التجسيم الدقيق micro-particulation. والسيمبليس له خواص مثل الدهن بينما يعطى جوهرياً سعرات أقل عن الدهن في منتجات مثل المايونيز وصلصة السلطة. كما طور أيضاً الأولسترا olestra والفيري-لو veri-lo وهو مستحلب كريمي أبيض يحتوى دهن اللبن. وكل هذه المواد يجب أن تحصل على إذن رسمي قبل الإستخدام.

والمايونيز وصلصات السلطة التي بها صوديوم أقل مهمة بالنسبة للمستهلك المهتم بصحته وهي تعمل من صفار بيض يحتوى كلوريد البوتاسيوم بدلاً من كلوريد الصوديوم. وصفار البيض المملح المجمد يعمل في وجود كلوريد البوتاسيوم وهو أقل لزوجة عن ذلك الذي يحتوى كلوريد صوديوم. واللزوجة وثبات المايونيز المصنع من صفار بيض مملح ١٠٪ كلوريد بوتاسيوم مقبول.

التركيبات formulations

صلصات سلطة زيت وخل

oil & vinegar dressings

صلصة السلطة الفرنسية تحضر من زيت نباتي مأكلة مع المكونات الآتية الحمضية والمنكهة: ١- ملح. ٢- محليات كربوايدراتية مغذية مثل السكروز أو الدكستروز أو شراب الذرة أو شراب الجلوكوز أو العسل. ٣- الخردل والبابريكا أو أي توابل أو زيوت التوابل أو مستخلصاتها. ٤- أي مادة تنكيه غير ضارة مناسبة (غير التقليد). ٥- عجينة الطماطم أو الهريس أو الكاتشب أو نبيذ الشيرى. ٦- أي خل أو خل مخفف بالماء إلى حموضة لاتقل عن ٢,٥٪ بالوزن محسوبة كحمض خليك أو أي خل أو خل مخفف مخلوط مع مادة محمضة مثل حمض السيتريك لاتزيد في الوزن عن ٢٥٪ من وزن الأحماض في الخل أو الخل المخفف محسوبة كحمض خليك (عصير الليمون هو أحد المكونات المحمضة التي يمكن إستعمالها في مكان الخل).

والصلصة الفرنسية تحتوى مالايقل عن ٣٥٪ بالوزن من زيت نباتي ونسبة الزيت إلى الخل في الصلصة الفرنسية هو ٣ : ١ والبعض يفضل ٢ : ١ وأقل زيت يجعل الصلصة أكثر حموضة/حرافة tart بينما زيت أكثر يجعلها أخف في النكهة وأكثر زيتية.

وتركيب صلصة السلطة الفرنسية هي: ماء ١٢,٠٪، خل (من سيدر ٥٪) ٢٢,٠٪، سكر ٨,٨٪، ملح ٣,٥٪، صلصة وورسسترشاير Warcestershire ٣,٥٪، بابريكا ٤,٥٪، خردل وثوم وبصل ٤,٧٪، فلفل أبيض ٠,٣٪، زيت نباتي ٤٠,٠٪، صمغ تراجانت

traganth ٠,٤٪ ومواد صلبة من صفار البيض المجفف ٠,٣٪.

وفى هذه الوصفة فإن المواد الصلبة الكلية لصفار البيض السائل حوالى ٤٤٪.

صلصات السلطة المستحلبة

emulsified dressings

المايونيز وصلصات سلطة المايونيز مستحلَبات شبه صلبة محضرة من زيت نباتى مأكلة ومكونات محتوية على صفار البيض والمكونات الآتية الحمضية والمنكهة: ١- ملح. ٢- محليات كربوايدراتية مغذية مثل السكروز أو الدكستروز أو شراب الذرة أو شراب الجلوكوز أو العسل. ٣- الخردل أو البابريكا أو أى توابل أخرى أو زيت توابل أو مستخلصات التوابل فيما عدا الكركم أو الزعفران ولايستخدم أى زيت توابل أو مستخلص توابل تعطى المايونيز لوناً مشابهاً لذلك الذى يعطيه صفار البيض. ٤- أى مادة منكهة غير ضارة مناسبة (فيما عدا التقليد) بحيث لاتعطى المايونيز أى لون يشبه ذلك الذى يعطيه صفار البيض. ٥- جلوتامات الصوديوم الأحادية. ٦- مكونات مُحَمِضَة والتى قد تكون أى خل لايقل عن ٢,٥٪ حمض خليك أو عصير ليمون أضاليا أو بنزهير مجمد أو معلب أو مركز أو مجفف والحموضة لاتقل عن ٢,٥٪ كحمض خليك أو حمض سيتريك أو ماليك فى نسبة لاتزيد عن ٢,٥ كحمض خليك.

ومثالها: زيت نباتى ٧٨,٥٪، خل (أبيض ١٠٪) ٣,٨٪، ماء ١١,٦٪، سكر ١,٨٪، ملح ١,٢٪، توابل (خردل وبصل ...الخ) ٠,٣٪ ومواد صلبة من صفار بيض جاف ٢,٨٪.

وهذه الوصفة تعطى مايونيزاً له لزوجة متوسطة والحصول على مايونيز أثقل تزاد نسبة الزيت إلى ٨٠,٥٪ وتقل نسبة الماء إلى ٩,٦٪.

صلصات السلطة المطبوخة

coocked salad dressings

صلصات السلطة منتج شبه صلب محضر من مكونات مثل تلك المستخدمة مع المايونيز بجانب عجينة نشا مطبوخة (أو مطبوخة جزئياً) محضرة من نشا غذاء وتابيوكا ودقيق قمح أو شيلم أو أى إثنين أو أكثر من هذه المواد. وهى مستحلَب من زيت فى خل مع البيض كمستحلِب. وهى تختلف عن المايونيز فى أنها تحتوى عجينة طماطم كمثخن. ويمكن تنكيهها بأحد المكونات الآتية:

١- ملح. ٢- محليات كربوايدراتية مغذية. ٣- الخردل والبابريكا أو أى توابل أخرى وزيوت التوابل أو أى مكون منكه غير ضار مناسب بحيث لايعطى أى لون يشبه ذلك الذى يعطيه صفار البيض. ٤- جلوتامات أحادى الصوديوم .

وصلصات السلطة تحتوى ٣٠٪ بالوزن من زيت نباتى وليس أقل من ٤٪ بالوزن من مواد صلبة من صفار البيض. وقد يحتوى على الأقل ٠,٧٥٪ بالوزن من أى صموغ عديدة السكر أو مشتقات السيليولوز أو صوديوم كربوكسى-ميثيل سيليولوز والصموغ غير مسموح بها فى المايونيز. وقد تكون المكونات المحمضة خل أو عصير ليمون مجمد أو مركز معلب أو مجفف. وقد يستخدم حمض السيتريك أو الماليك بنسبة لاتزيد عن ٢٥٪ من الحمض الكلى فى الخل محسوباً كحمض خليك. وهى تتكون من ٣٠٪ زيت نباتى ، ٦٨,٢٪ مخلوط عجينة نشا

و ١,٨ مواد صلبة من صفار البيض المجفف. ويمكن الإستعاضة بمواد صلبة من صفار بيض مجفف بدلاً من صفار البيض السائل على أساس المواد الصلبة الكلية.

وتحضر عجينة النشا بطبخ وتبريد إرتباطات من المكونات الآتية: خل (١٠٪) ، ١٧,٢٪ ، ملح ٤,٠٪ ، نشا ٧,٧٪، سكر ١٥,٠٪، توابل (خردل وكرفس ....الخ) ١,١٪ وماء ٥٥٪. والنشا قد يكون نشا غذائى أو نشا غذائى محور أو تابيوكا أو قمح أو شيلم أو أى إثنين أو أكثر من هذه. وقد يستخدم الماء فى تحضير هذه العجينة.

وجميع المنتجات السابقة يمكن خلطها وتعبئتها فى جو خامل حيث يحل ثانى أكسيد الكربون أو النتروجين محل الهواء بالكامل أو جزئياً.

كيمياء صلصات السلطة والمايونيز

الجدول (١) يعطى تكوين بعض صلصات السلطة والمايونيز علماً بأنها قد تختلف كثيراً.

جدول (١): تكوين بعض أنواع صلصات السلطة والمايونيز.

المغذى		الكمية فى كل ١٠٠ جم					
		الجبن الأزرق أو الركفور (عادى)	مطبوخ (عمل بالمنزل)	فرنسية (عادى)	إيطالية (عادى)	روسية (عادى)	مايونيز (فول الصويا)
الطاقة	كيلو سعر	٥٠٤,٠٠	١٥٦,٠٠	٤٣٠.٠٠	٤٦٧,٠٠	٤٩٤,٠٠	٧١٧,٠٠
رطوبة	٪	٣٢,٣٠	٦٩,٢٠	٣٨,١٠	٣٨,٤٠	٣٤,٥٠	١٥,٣٠
بروتين	جم	٤,٨٠	٤,٢٠	٠,٦٠	٠,٧٠	١,٦٠	١,١٠
كربوايدرات	جم	٧,٤٠	١٤,٩٠	١٧,٥٠	١٠,٢٠	١٠,٤٠	٢,٧٠
دهن	جم	٥٢,٣٠	٩,٥٠	٤١,٠٠	٤٨,٣٠	٥٠,٨٠	٧٩,٤
ألياف	جم	٠,١٠	صفر	٠,٨٠	٠,٢٠	٠,٣٠	صفر
فيتامينات							
أ	وحدة دولية	٢١٠,٠٠	٤١١,٠٠	–	–	٦٩٠,٠٠	٢٨٠,٠
ج	مجم	٢,٠٠	٠,٦٠	–	–	٦,٠٠	–
ثيامين	مجم	٠,٠١	٠,٠٦	–	–	٠,٠٥	صفر
ريبوفلافين	مجم	٠,١٠	٠,١٥	–	–	٠,٠٥	صفر
نياسين	مجم	٠,١٠	٠,٢٥	–	–	٠,٦٠	–
حمض فوليك	ميكروجرام	–	–	–	–	–	٣,٠٠
المعادن							
كالسيوم	مجم	٨١,٠٠	٨٤,٠٠	١١,٠٠	١٠,٠٠	١٩,٠٠	١٨,٠٠
فسفور	مجم	٧٤,٠٠	٨٧,٠٠	١٤,٠٠	٠,٥٠	٣٧,٠٠	٢٨,٠٠
صوديوم	مجم	١٠٩٤,٠٠	٧٣٤,٠٠	١٣٧٠,٠٠	٧٨٧,٠٠	٨٦٨,٠٠	٥٦٨,٤٠
مغنسيوم	مجم	–	–	١٠,٠٠	–	–	٢,٠٠
بوتاسيوم	مجم	٣٧,٠٠	١٢١,٠٠	٧٩,٠٠	١٥,٠٠	١٥٧,٠٠	٣٤,٠٠
حديد	مجم	٠,٢٠	٠,٥٠	٠,٤٠	٠,٢٠	٠,٦٠	٠,٥٠
خارصين	مجم	–	٠,١١	٠,٠٨	٠,١١	٠,٤٣	٠,١٦

◈ التركيب الفيزيقى والإنسيابية
physical structure & rheology

تخفيض التوتر البيسطحى interfacial tension هو أول خطوة فى تكوين المستحلَب وتُكَوِن عوامل النشاط السطحى فلماً حول قطرات الزيت وتمنع إندماجها coalescence وبإحاطتها لنقيطات الزيت يجد الجزء المحب للدهن lipophilic نفسه فى الطور المائى مكوناً حلقة حول نقيطات الطور المشتت. وبتجميع نفسها عند البيسطح فإن المستحلِب يمنع الجسيمات المشتقة من الإندماج coalescing والإنفصال وبذا يزيد من ثبات المستحلَب.

وبالفحص بالمجهر الاليكترونى الماسح نجد أن الطور المستمر يرتبط بإحكام إلى قطيرات الدهن وأن الفلم البيسطحى يحيط بقطيرات الدهن فى المايونيز المخفف. وصفار البيض جزء منه يكون مادة كثيفة عند البيسطح وتعمل كمادة إستحلاب ذات نشاط سطحى وهى تتكون من معقدات من بروتين صفار البيض مثل الليبوفيتيلين lipovitellin والليفيتين livetin والليبوفيتيللينين lipovitellenin.

وبجانب عمله كعامل إستحلاب فصفار البيض يساهم فى لزوجة المايونيز وزيادة كمية صفار البيض من ٥ إلى ١٢٪ يزيد من ثخانة المنتج والمستحلبات الثخينة تميل إلى أن تكون أكثر ثباتاً ولكن إذا زادت كمية الصفار عن ١٢٪ لايزيد تلازج المايونيز. ومن الضرورى وجود كمية كافية من الطور المائى (عادة خل) ليحيط نقيطات الدهن عندما تصبح أصغر وتُعَرِض سطح أكثر أثناء الإستحلاب. وإن كانت زيادة فى الطور المائى لاتؤدى بالضرورة إلى مستحلب جيد.

ولما كانت صلصة السلطة تحتوى زيتاً أقل من المايونيز فإن هناك قطيرات دهن أقل وتركيز أعلا من مادة غير متبلرة amorphous بين القطيرات. وهذا المادة يُفترض أنها عجينة نشا مطبوخ وهى مكون مثبت يضاف إلى صلصة السلطة ولكن لايضاف إلى المايونيز. وعجينة النشا تخفض أيضاً من معدل إندماج coalescence نقيطات الدهن فى صلصة السلطة.

العوامل التى تؤثر على الثبات الفيزيقى
factors affecting physical stability

يحدد ثبات المستخلصات بقياس ميل نقيطات الدهن إلى الإندماج coalesce وتكوين طبقة ماء على فترة من الزمن. وعندما يحدث هذا فيقال للمستحلَب أنه إنكسر broken. والثبات يتأثر بعدد من العوامل منها صفار البيض وتأثير الخردل المستحلِب وطريقة الخلط وظروف التخزين. وثبات المايونيز قد يُقَيِّم بترك عينات على درجة حرارة الغرفة حتى يحدث إنفصال مرئى. والطرد المركزى للمستحلَبات يسرع من تكوين طبقات منفصلة وهو إختبار جيد للثبات. ودليل ثبات المايونيز يحسب على أنه النسبة المئوية للعينة المتبقية مستحلَبة بعد الطرد المركزى على ٥٠٠٠ دورة فى الدقيقة ثم يسمح لها بالبقاء ساكنة لفترة من الزمن.

صفار البيض egg yolk

صفار البيض نفسه مستحلَب ويعمل كعامل إستحلاب كفء. وهناك ثلاث أنواع من صفار البيض تستخدم فى صلصات السلطة والمايونيز:

صفار البيض السائل: تتأثر مقدرة صفار البيض على الإستحلاب بالسن وعوامل وراثية للطير. ومقدرة الإستحلاب تنقص مع العمر وكذلك الصنف. وتنقص مقدرة الصفار السائل بزيادة تخفيف الألبيومين وهذا راجع إلى مواد صلبة أقل وإلى تفاعلات بين بروتينات الألبيومين وأجزاء الصفار. والبسترة لاتؤثر جوهرياً على مقدرة إستحلاب الصفار التجارى الطازج المحتوى على ٤٨ – ٤٩٪ مواد صلبة. وتسخين الصفار الخالى من الألبيومين إلى ٦١°م لايحدث أى تغيير جوهرى فى ثبات المستحلَب ولكن تزيد مقدرة الإستحلاب جوهرياً بتسخين الصفار إلى ٦٣°م. والبسترة على درجات حرارة أعلا من ٦٣°م تسبب زيادة كبيرة فى لزوجة صفار البيض. ولكن صفار البيض المملح (١٠٪ ص كل) السائل يمكن أن يبستر على ٦٢ – ٧٨°م لمدة ٥ ق دون ضرر لخواصه المستحلبة. وفى إنتاج صلصات سلطة من نوع زيت فى ماء فإن إضافة صفار البيض والملح ينتج زيادة فى لزوجة المستحلَب وأيضاً نقصاً فى حجم نقيطة الزيت.

صفار البيض المملح المجمد frozen salted egg yolk: تزيد اللزوجة ويحدث تكون جل فى صفار البيض الخام المجمد والمخزن على أقل من -٦°م. وإضافة الملح ينقص تكون الجل ويثبط نمو الكائنات الدقيقة أثناء التبع. والصفار المجمد المحتوى على ١٠٪ كلوريد صوديوم هو أكثر الأنواع إنتشاراً وإستخداماً فى صلصات السلطة والمايونيز. وصفار البيض المملح المجمد ينتج مايونيزاً أكثر تماسكاً عن ذلك المصنوع بصفار طازج. والتجميد على -٢٩°م والتخزين على -٢٣°م لمدة ١ – ٤ أشهر ضار بكل من صفار البيض المملح المبستر وغير المبستر. والتحميض مع البسترة ثم التجميد والتخزين يضر أيضاً بمقدرة الإستحلاب لصفار البيض المملح.

صفار البيض المجفف dried egg yolk: فوائد إستخدام صفار البيض المجفف ثلاث: ١– التوفير فى أماكن التخزين والنقل عن صفار البيض السائل أو المجمد. ٢– ليس معرضاً لنمو الكائنات الدقيقة أثناء التخزين. ٣– موحد وسهل التناول بطريقة صحية. وهو إذا قورن بصفار البيض المجمد أو المجفد فصفار البيض المجمد بالرذاذ ينتج مستحلَباً أقل ثباتاً وهذا التأثير الضار للتجفيف بالرذاذ يرجع إلى الزيادة السريعة فى إستخلاص الدهون الحرة.

الخردل mustard

للخردل تأثير تثبيتى خفيف على المستحلَبات. وهذا لايتوقف فقط على الخواص الكيماوية والفيزيقية للخردل ولكن أيضاً على طريقة إدخال الخردل فى المايونيز. وعموماً فالخردل يوجد فى بسطح زيت–ماء ويميل إلى منع قطيرات الزيت من الإندماج coalescing.

طريقة الخلط method of mixing

إدخال الزيت تحت سطح المستحلَب يعطي المايونيز ثباتاً أحسن وتلازجاً وتجانساً homogeneity. وإستخدام هذه الطريقة فإن أحسن مايونيز يمكن أن ينتج عندما تضاف كمية صغيرة من الزيت أولاً إلى عامل الإستحلاب ثم يضاف الحمض ثم إضافة بقية الزيت.

ومظهر الطورين المُشتّت والدائم/المستمر في المايونيز المحضر في المعمل وفي التجارة يختلفان وهذا يرجع إلى الفرق في درجة التقليب. وتستخدم طاحونة غروية في تحضير منتجات المستحلَب التجاري بينما يستخدم الخلاط في المعمل. والطاحونة الغروية ينتج عنها توحيداً في حجم وشكل نقيطات الدهن وطوراً مستمراً ليس به أي فصل لنقيطات الدهن. والمايونيز المحضر في الخلاط تكون نقيطات الدهن غير منتظمة في كل من الحجم والشكل. وبعض النقيطات يبدو أنها تتصل مع بعضها لتكون كتلة مستمرة. وعوامل الخلط الأخرى التي تؤثر على تلازج المايونيز تشمل كمية وتكوين الطور المائي المضاف أثناء المرحلة الأولى من الخلط وكذلك مدة الضرب وفترات الراحة وإضافة خل عند الأطوار المختلفة من العملية.

ظروف التخزين storage conditions

المايونيز وصلصة السلطة تصبح أكثرَ عدم ثباتٍ عندما تخزن على ٥٥°م لمدة ٣ أيام. ومعدل إندماج coalescence النقيطات في صلصة السلطة قد لايكون عالياً مثل مافي المايونيز نظراً للتأثير المُثبِت لمكونات النشا.

والتجميد عادة يسبب أن الطور المشتت للمستحلب يندمج coalesce. وبذا فإن تجميد وتيع المايونيز ينتج عنه تقوض collapse لتركيب المايونيز. فالمستحلَب قد ينفصل إلى طبقتين والطبقة العليا من الزيت والطبقة السفلى يحتمل أنها تحتوى ماءاً وبروتيناً وسكراً وملحاً وخردلاً. والضرر للمستحلبات بالتجميد يتعلق بتأثير التجميد على عوامل الإستحلاب.

وصلصة السلطة قد تكون ثابتة للتخزين المجمد عندما لايتبلر الزيت أو يتبلر ببطء. والظروف الأخرى التى تشجع على الثبات تشمل إستخدام عامل تثخين مثل دقيق أرز شمعى وصفار بيض مملح غير مجمد طازج بمستوى ٥,٣ – ٨٪ مع إنقاص الزيت. وعند درجة حرارة تخزين أعلا من – ١٨°م فهذه الإرتباطات كانت ثابتة لمدة ٦ أشهر. والعوامل الأخرى التى تؤثر على ثبات المستحلَب تشمل:

١- تخمير صفار البيض بواسطة فوسفوليباز البنكرياثى أ، A_2.

٢- أستلة acetylation وسكسلنة succinylation لليبوبروتينات صفار البيض.

٣- إضافة ٠,٠٥٪ لاكتيلات ٢-الصوديوم إلى صفار البيض.

التخزين وعمر الرف storage & shelf-life

معظم صلصات السلطة والمايونيز المحفوظ على درجة حرارة الغرفة له عمر رف حوالى ٧ أشهر وهى تحفظ ضد فساد الكائنات الدقيقة بوجود حمض

وكلوريد صوديوم بها ولكنها حساسة جداً للهدم التأكسدى فى النكهة ويجب حفظها مبردة بعد فتح الأوعية التى تحتويها.

والحمض وكلوريد الصوديوم يحمى ضد الفساد من الكائنات الدقيقة مثل *Salmonella* والـ *Staphylococcus*.

وبعض أنواع بكتيريا حمض اللاكتيك والخميرة قد تبقى حية على جهد منخفض (جهد ٤,٠) فى المايونيز ولكنها تهدم بالبسترة على ٦٠ – ٦٣°م لمدة ٣ – ٥ ق. ويجب العناية عند خلط صلصة السلطة مع المايونيز لتجنب نمو الكائنات الدقيقة والذى قد يحدث على جهد أعلا فى المخلوط.

والتزنخ التأكسدى هو أحد المشاكل الرئيسية وله علاقة بإستخدام الزيوت النباتية. ودرجة الحرارة والضوء والهواء والتعرض للسطح والرطوبة والمواد العضوية النتروجينية وآثار المعادن كلها عوامل مسئولة عن التزنخ فى صلصات السلطة والمايونيز. وفى صلصة السلطة يعرض الزيت فى نفس الوقت إلى معظم أو كل الظروف المعاكسة الآتية:

١- عملية الإستحلاب تزيد مساحة السطح من الزيت.
٢- على المتوسط يحتوى المايونيز ١٠ – ١٢٪ هواءا بالحجم وقد يحل غاز خامل مثل النتروجين محل الهواء.
٣- توجد رطوبة.
٤- المواد العضوية النتروجينية مشتقة فى أفلام تحيط بنقيطات الزيت.
٥- المنتجات معبأة فى برطمانات زجاج معرضة للضوء.
٦- فى بعض وحدات الإنتاج قد يذاب آثار من المعادن من الأجهزة بواسطة الخل ولو أن إستخدام صلب غير قابل للصدأ يقلل هذا إلى أقل حد ممكن.
٧- درجة الحرارة التى يحفظ عليها صلصة والسلطة والمايونيز قد تكون ٣٨°م أو أعلا.
٨- قد لاتستهلك هذه المنتجات قبل ٣ – ٦ أشهر.

ولذا فإن الزيت المستخدم فى صناعة صلصات السلطة والمايونيز يجب أن يكون من أعلا جودة. وهذه المنتجات تصنع حاليا من زيت فول صويا مهدرج وغير مهدرج. ولايعرف إذا كانت الهدرجة ضرورية أم لا فهدرجة زيت فول الصويا مع النحاس أو النيكل كحوافز يزيد من ثبات التخزين لصلصات السلطة على ٢١°م ولكن ليس على ٣٢°م. وإستخدام أيدروكسى توليوين البيوتيلى butylated hydroxy toluene كمادة مضادة للأكسدة فى الزيت، وحمض إيثيلين ثنائى الأمين رباعى حمض الخليك ethylenediaminetetraacetic acid ككاسح scavenger للمعادن فى النشا وكذلك الحفظ تحت النتروجين يطيل من ثبات التخزين لصلصات السلطة المصنوعة بفول صويا غير مهدرج. وعلى ذلك فهذه الإضافات أو الحفظ تحت نتروجين قد يعطى إستبدالا إقتصاديا لهدرجة زيت فول الصويا المستخدم فى صلصات السلطة.

والإنفصال فى المايونيز قد يحدث نتيجة لتخزين طويل أو درجة حرارة دافئة أو التجميد أو هز كثير أو التقليب أثناء الشحن. وهذه المشكلة تضبط تجاريا بتقسيم دقيق لنقيطات الزيت وبإستخدام

مثبت مؤثر والتخزين تحت تبريد (صفر – ٥ °م) والحماية ضد الهواء والضوء أثناء التخزين.
(Macrae)

أصمغت

الصموغ gums

يستخدم المصطلح صموغ gums ليصف مجموعة من عديد السكريات الموجودة طبيعياً والتى تستخدم بسبب مقدرتها على تكوين محاليل لزجة أو جل أو لتثبيت المستحلَبات والمشتقات dispersions. وهى تقسم حسب مصادرها (الجدول ١).

جدول (١): تقسيم الصموغ.

المصدر	الصمغ
مفروزات الأشجار Tree exudates	
أكاسيا Acacia	صمغ عربى
Astragalus	صمغ تراجاكانت
Sterculia ureus	صمغ كارايا
Anogeissus latifolia	صمغ جاتى
مستخلصات أعشاب بحرية	
أعشاب بحرية حمراء (Rhodophyceae)	
Golidium & Grancilaria spp.	آجار
Furcellaria fastigiata (algae)*	فورسيلاران (آجار دانمركى)
Euchema cottonii , Euchema spinosum , Chondrus crispus & Gigartina sp.	كاراجينان
أعشاب بحرية بنية/سمراء (Phyophyceae)	
Laminaria hyperborea , Macrocystis pyrifera & Ascophyllum nodosum	الجينات
مستخلصات نبات	
قشور مختلف الموالح وثفل التفاح	بكتين
صموغ البذور والجذور	
Cyamopsis tetragonoloba	صمغ جوار
Tamarindus indica *	صمغ التمرهندى
Ceratonia siliqua	صمغ الخروب
Cesalpinia spinosa	صمغ تارا
Amorphophallus konjac	ماتان كونياك
صموغ كائنات دقيقة	
Xanthomonas campestris	صمغ زانثان
Auromonas elodea	صمغ جيلان
* Sclerotium	سكليروجلوكان
صموغ سيليولوزية	
لب السليولوز ونسالات القطن	كربوكسى ميثيل سيليولوز الصوديوم ، ميثيل سيليولوز ، ايدروكسى-بروبايل ميثيل سيليولوز

من (Macrae) ماعدا المعلم عليها * فمن (Belitz)

الخواص الكيماوية والفيزيقية chemical & physical properties

الصموغ عديدة السكريات تذوب أو تنتفخ فى الماء وإن إحتاج الأمر فى كثير من الحالات إلى درجات حرارة عالية وتقليب شديد والمحاليل المتكونة عادة ثخينة ولزجة حتى على تركيزات منخفضة (١٪). واللزوجة الناتجة تتوقف على حجم الجزىء وشكله والشحنة التى يحملها. ولزوجة عديد السكريات المشحونة تنخفض كثيراً بإضافة اليكتروليتات على أرقام جيد منخفضة. وكبوليمر فإن محاليل الصموغ غير نيوتونية فى السلوك أى أن لزوجتها تنقص بزيادة معدل القص shear rate

نظراً لإنحلال/فك تشابك disentanglement الملفات الجزيئية والإصطفاف alignment في إتجاه حقل الإنسياب.

والمحاليل كثيراً مايسيل قوامها عكسياً بالرج thixotropic وتعود إلى لزوجتها الأصلية مع الزمن.

وتجارياً تستخدم محاليل من الصموغ نظراً لأن عوامل التآزر تعمل مع اللزوجة الناتجة وتكون أكبر من لزوجة أى من الصموغ وحده على نفس تركيز البوليمر.

وفى بعض الظروف فإن بعض الصموغ يحدث لمحاليلها درجة من الإرتباط بين الجزيئات مع أجزاء من سلسلة البوليمر فى جزيئات مختلفة مكونة مناطق إتصال junction zones وهذا يعمل على تكوين شبكة جل ثلاثية الأبعاد وهذا قد يحدث لمحاليل تحتوى ١٪ من الصمغ أو أقل بحيث تصطاد الماء داخل الجل. ولكن إنفصال الماء أو الإندغام syeneresis يحدث مع الزمن كنتيجة لزيادة تجمع aggregation سلسلة البوليمر. والإندغام syeneresis يمكن أن ينقص بإضافة صمغ لايكون جلاً وهذا يميل إلى تحسين ثبات تجميد وتيع الجل. ودرجة حرارة تَكَوُّن الجل والخواص الفيزيقية للجل ومن بينها قوته ومطاطيته elasticity وقصافته brittleness وصلابته...الخ فتختلف بإختلاف الصموغ، والجل يمكن أن يكون عكسياً حرارياً أو غير عكسى (الجدول ٢).

والصموغ معظمها محبة للماء hydrophilic وفى المحاليل تميل بقوة لتكوين روابط أيدروجينية مع جزيئات الماء حيث لايتجمد الماء وفى الأنظمة التى تحتوى سكراً أو بلورات ثلج فالصمغ يمكن أن يمنع نمو البلورة إما بالإمتزاز على سطح البلورة أو بالتنافس على جزيئات الماء المتاحة.

وبعض الصموغ تظهر أنها جزيئات ذات نشاط سطحى amphiphilic إما كنتيجة لوجود مجموعات كارهة للماء hydrophobic فى تركيب عديد السكر أو نظراً لوجود نسبه صغيرة من مواد بروتينية والتى ترتبط تساهمياً بالكربوايدرات مكونة جزءاً متكاملاً من الجزىء. وخواصها ذات النشاط السطحى amphiphilic عمل على إستخدامها فى تثبيت المستحلَبات والرغاوى نظراً لميلها للتواجد فى بيسطح زيت–ماء أو ماء–زيت.

والصموغ تعمل على إحداث تلبد flocculation أو منعه فى تشتتات الجسيمات. فإذا كان الصمغ لايوجد بكفاية لتغطية كل الجزيئات كاملة فإن التجميع يحدث لإمتزاز البوليمر على إثنين أو أكثر من الجسيمات فى نفس الوقت مما يساعد على تكوين كبارى bridging. وإذا كانت الجسيمات مغطاه تماماً بالصمغ فإنه تجمع aggregation الجسيمات يمنع "التنافر المجسم steric repulsion" والذى ينتج من الاختراق الداخلى interpenetration والإنضغاط لطبقات البوليمر المُمْتَزَة adsorbed. والصمغ غير المُمْتَزْ عامة يعتبر أنه يشجع ثبات المستحلبات والمشتتات dispersions بزيادة لزوجة الوسط المائى، فإنه يمكن أن يكون له التأثير المعاكس ويعطى ظاهرة "إستنزاف–تلبد depletion flocculation" وهذه الظاهرة تنتج كنتيجة لمنع جزيئات البوليمر من بين الجسيمات المتقاربة (أو النقيطات المتقاربة).

والفرق في الضغط التناضحي osmotic pressure بين المناطق المستنزفة وجسم المحلول ينتج عنه قوى جذب بين الجسيمات والتي تشجع التجمع aggregation.

جدول (٢): عديد السكريات المكونة للجل.

صموغ مكونة للجل تنعكس حرارياً	صموغ مكونة للجل لاتنعكس حرارياً	الظروف المطلوبة لتكوين الجل
آجار		الجل يتكون بالتبريد
كاراجينان (أنواع كابا وايوتا)		الجل يتكون بالتبريد في وجود أيونات موجبة خاصة بو$^{+}$ و كا$^{+٢}$
فورسيلاران*		درجة البلمرة وكمية ٣،٦-جالاكتوز لامائي وقطر الأيونات الموجبة الموجودة. بو$^{+}$ ، ن يد$_{٤}^{+}$ والروبيديوم (بيد$^{+}$ RH^{+}) والسيزيوم (سز$^{+}$ Cs^{+}) تكون جلات ثابتة قوية. أما كا$^{+٢}$ فله تأثير أقل أما ن$^{+}$ فيمنع عقد الجل. وإضافة السكر يؤثر في تكوين الجل فيذهب من قصف إلى مطاطي.
	ألجينات الصوديوم	الجل يتكون في وجود أيونات عديدة التكافؤ خاصة كا$^{+٢}$
	بكتين عالي الميثوكسي	الجل يتكون في وجود مواد صلبة عالية و جـ$_{يد}$ منخفض (<٣,٥)
	بكتين صمغ التمرهندي*	يكون جلاً ثابتاً على مدى متسع من أرقام جـ$_{يد}$. ويحتاج إلى سكر أقل للحصول على قوة جل معينة عن بقية جلات البكتين. لايظهر الجل إلا إندغاماً منخفضاً.
بكتين منخفض الميثوكسي [أ]		الجل يتكون في وجود أيونات موجبة خاصة كا$^{+٢}$ على جـ$_{يد}$ منخفض (٣-٤,٥)
جيلان [ب]	جيلان [ج]	الجل يتكون بالتبريد في وجود اليكتروليت
ميثيل سليولوز ، أيدروكسي بروبيل ميثيل سليولوز		يتكون الجل بالتسخين
	مانان كونياك	يتكون الجل بالتسخين في وجود قلوى
مخلوط من زانثان مع صمغ الخروب أو مانان كونياك		يتكون الجل بالتبريد

أ: الجل قد يكون غير منعكس حرارياً ويتوقف على الظروف.

ب: على قوة أيونية منخفضة. ج - على قوة أيونية عالية.

*(Belitz)

◈ خواص الصموغ

properties of individual gums

ناضح/نضيح الأشجار tree exudates

السائل الملتصق الذى يفرز من ساق وأفرع الأشجار يجفف لإنتاج صمغ صلب والذى يتشكل بأشكال وأحجام مختلفة. وهى تختلف كثيراً كيماوياً وعموماً فهى لها تركيب معقد بتفرع وغالبـــاً تتكـون مـن جزئين متميزين أو أكثر. فالصمغ العربـى (*Acacia senegal*) يتكـون من ثلاثة أجزاء قابلة للذوبـان فـى المـاء: أرابينوجالاكتان arabinogalactan (~٩٠٪) والجـزءان الآخـران معقـدان أرابينوجالاكتـان-بروتـين تختلـف فـى حجمـها الجزيئـى وفـى نسبة الجـزء البروتينى. والتركيب الكربوايدراتـى للأجـزاء الثلاثـة متشـابه ويحتـوى علـى سلسلـة β-١، ٣-جالاكتوبيرانوز مع سلاسل جانبية مـن ١، ٦ جالاكتوبيرانوز. وهناك تفرع كثير من كـل مـن السلسلة الأصلية والسلاسل الجانبيـة. والتكوين العام للسكر هـو د-جـالاكتوز ٤٤٪، ل-أرابينـوز L-arabinose ٢٥٪، د-حمـض الجلوكيورونيـك D-glucuronic acid ١٥,٥٪، ل-رامنـوز L-rhamnose ١٤٪، حمـض ٤-أ-مثيل جلوكيورينيك 4-O-methylglucuronic acid ١,٥٪ وحمـض اليورونيـك والرامنـوز تنتـهى السلاسـل (الصورة ١ أ).

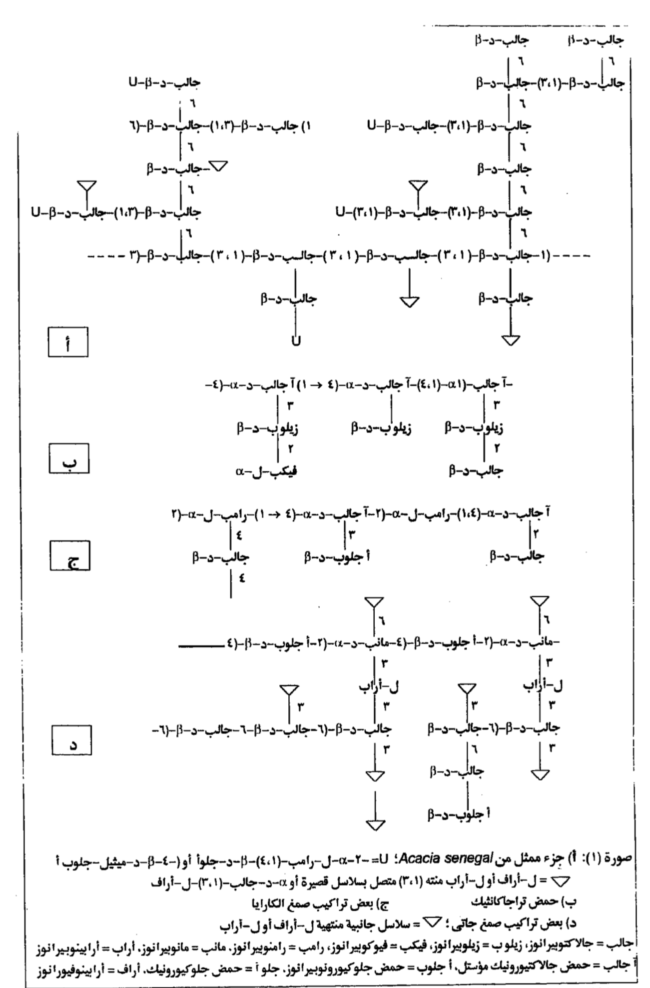
وصمغ التراجاكانت يتكـون مـن جـزء ينتفـخ فـى الماء يسمى حمض التراجاكانثيك tragacanthic acid (أو باسـورين bassorin) (٦٠ – ٧٠٪) وجـزء ذائـب فـى المـاء يسـمى تراجاكـانثين tragacanthin أما حمض التراجاكانثيك فيتكـون مـن سلسـلة رئيسـية مـن حمـض α-١، ٤-د-جالاكتوبيرانوزيك مع تفرعات متصلـة بواحـدات β-١، ٣-د-زيلوز تنتهى بـ ل-فيوكوبيرانوز أو د-جالاكتوبيرانوز (الصورة ١ ب).

أما التراجاكانثين فـهو أرابينوجالاكتان متفرع جداً وذو سلسلة رئيسية من وحدات د-جالاكتوبيرانوز إمـا متصلـة ١، ٦ أو ١، ٣ بسلاسـل جانبيـة تتكـون أساسياً مـن ل-أرابينوفيورانـوز ولكن بنسبة صغيرة من حمض د-جالاكتيورونيك و ل-رامنوز.

أمـا صمـغ الكارايـا فـهو عديـد سـكر مأسـتل acetylated جداً ويتكون من سلاسل من حمض α-د-جـالاكتيورونيك و α-ل-رامنـوز. والمجموعات الحمضية متصلة بـ β-د- جالاكتوز أو حمض β-د-جلوكيورونيك بينما حوالى نصف مجموعات الرامنوز تحمل وحدات β-د-جالاكتوز كسلاسل جانبية (الصورة ١ ج).

أما صمغ جاتى ghatti فله سلسلة رئيسية من حمض ١،٤-β-د-جلوكوبـيرانوزيليورونيك 1,4-β-D-glucopyranosyluronic acid و وحدات ١،٢-α-د- مانوبيرانوز 1,2-α-D-mannopyranose units بالتبادل، ويحتوى علـى عديد من السلاسل الجانبيـة وتفرعـات تتكـون مـن ل-أرابينـوز، د-جالاكتوز، حمض د-جلوكو رونيك (الصورة ١ د).

والصمغ العربى هو أكثر ناضح/نضيح صمغ يستعمل وهو يذوب فى الماء بسهولة ويمكن تحضير محاليل ٥٠٪ منه. ومحاليله لها لزوجة منخفضة عـن عديـد السكريات الأخرى كما أن الصمغ يحدث لـه حلمأة ذاتية عندما يسخن على درجات حرارة عالية لمدة طويلة مما ينتج عنه ترسيب للأجـزاء الغنيـة فـى البروتين. والصمغ العربى يصلح لتثبيت مستحلبات



صورة (١): **أ)** جزء ممثل من *Acacia senegal*؛ U= ٢-α-ل-رامب-(١،٤)-β-د-جلوأ أو (٤-β-د-ميثيل-جلوب أ

▽ = ل-أراف أو ل-أراب منته (١،٣) متصل بسلاسل قصيرة أو α-د-جالب-(١،٣)-ل-أراف

ب) حمض تراجاكانثيك   ج) بعض تراكيب صمغ الكارايا

د) بعض تراكيب صمغ جاتي؛ ▽ = سلاسل جانبية منتهية ل-أراف أو ل-آراب

جالب = جالاكتوبيرانوز، زيلوب = زيلوبيرانوز، فيكب = فيوكوبيرانوز، رامب = رامنوبيرانوز، مانب = مانوبيرانوز، أراب = أرابينوبيرانوز

أ جالب = حمض جالاكتيورونيك مؤستل، أ جلوب = حمض جلوكيورونوبيرانوز، جلوآ = حمض جلوكيورونيك، أراف = أرابينوفيورانوز

زيت في ماء وربما رجع ذلك إلى معقد الأرابينوجالاكتان-بروتين والتي لها خواص ذات نشاط سطحي amphiphilic،وهذه الوظيفة ومقدرته للعمل كمستحلب أدت إلى استخدامه في تثبيت مستحلبات مركزات النكهة للمشروبات الخفيفة وكذلك في إنتاج النكهات المكبسلة المجففة بالرذاذ لإستخدامها في المنتجات المعبأة الجافة مثل الشوربة ومخاليط الكيك. وفي الحالة الأخيرة فإن الصمغ يكون فلماً حول جسيم النكهة بحيث يمنع الأكسدة والتبخر. وذوبانه السهل يساعد على إطلاق سريع للنكهة عندما تتصل النكهات الجافة بالماء. والصمغ العربي يستخدم في منتجات الحلويات خاصة تلك ذات المحتوى العالي من السكر مثل الباستيليا pastilles حيث تعمل على تأخير تبلر السكر كما يستخدم لإستحلاب الزيت في التوفي toffees.

أما صمغ جاتي ghatti فيحتوي على جزء يذوب في الماء (>٨٪) وجزء منتفخ في الماء. وصمغ الكارايا والتراجاكانت فهما يعتبران من الصموغ التي تنتفخ في الماء أكثر من التي تذوب في الماء. وهما يعطيان تشتتات عالية اللزوجة حتى بنسبة ١٪ تركيز وكلاهما يفقد اللزوجة بعد التسخين. وصمغ التراجاكانت ثابت تحت الظروف الحمضية وهو وصمغ الكارايا يستخدمان في صلصة السلطات والصلصات.

مستخلصات الأعشاب البحرية

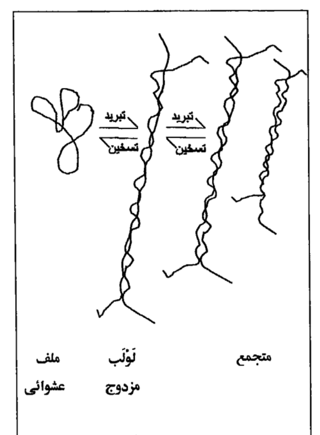
صموغ الأعشاب البحرية تكون المكون التركيبي للنبات وتُعْزل بالإستخلاص بالحمض أو القلوي ثم تُرسب وتُجفف. والآجار والكاراجينات كلاهما عديد جالاكتان polygalactan ويتكون الآجار من مكونين: أجاروز (٥٠-٩٠٪) والأجاروبكتين والأجاروز عديد سكر متعادل ومستقيم ويتكون من ١، ٣-β-د-جالاكتوبيرانوز ووحدات ١،٤-٣،٦-انهيدرو-α-ل-جالاكتوبيرانوز بالتبادل. والأجاروبكتين ربما كان له الهيكل التركيبي للأجاروز والمعروف أنه يحتوي مجموعات كبريتات مع أحماض د-جلوكورونيك والبيروفيك. أما الكاراجينانات فهي مجموعة من جالاكتانات مستقيمة بها مجموعات كبريتات،وتجارياً يوجد ثلاثة أنواع: كابا kappa، أيوتا iota ولامبدا lambda. يحصل على *K*-كاراجينان من عشب بحري *Euchema cottonii* ويوجد مع λ كاراجينان في *Chondrus crispus* وبعض *Gigartina* sp.. و *I*-كاراجينان يحصل عليه من *Euchema spinosum*. والوحدة المتكررة في *K*-كاراجينان تتكون من ١، ٣-جالاكتوز-٤-كبريتات ، ١،٤-٣،٦- أنهيدرو- د- جالاكتوز. والـ *I*-كاراجينان يختلف فقط في أن المتبقي الأخير به مجموعات كبريتات في الموضع ك٢. λ-كاراجينان يتكون من ١،٤-جالاكتوز-٢،٦-ثنائي الكبريتات و ١،٣-جالاكتوز الذي يمكن أن يحتوي مجموعات كبريتات أو لا عند ك٢.

والآجار يذوب في ماء قريب من الغليان وعند التبريد يكون جلاً. وتكوين الجل يمكن أن يحدث في محاليل تحتوي ٠.١٪ آجار ودرجة حرارة تكوين الجل هي ٣٠ - ٤٠°م. والجل المتكون قوي جداً وقصف brittle ويتعرض

للإندماج syneresis ولاينصهر إلا بالتسخين إلى ٨٠ –٩٠°م. والأجاروز هو المسئول عن تكون الجل.

والكاراجينان ذائبة فى الماء و λ-كاراجينان عديد سكر لايكون جلاً، بينما K، I-كاراجينان تكون جلاً حرارياً منعكساً في وجود اليكتروليت. ودرجة حرارة تكون الجل تتوقف على طبيعة وتركيز الأيونات المضافة وميكانيزم تكون الجل مشابه لتكون جل للأجاروز مع الجزيئات متخذة تركيباً حلزونياً مزدوجاً ثم تتجمع aggregate (الصورة ٢). وأيونات البوتاسيوم والروبيديوم والسيزيوم تشجع على تكون الجل فى K-كاراجينان حيث ترتبط بمجموعات الكبريتات على طول سلسلة عديد السكريات مما ينتج عنه نقص فى الشحنة الفعالة. وذوبان البوليمر والأيونات الموجبة ذات التكافؤ المزدوج مثل الكالسيوم كا⁺⁺ لها تأثير أقوى فى تكون جل I-كاراجينان. وجل K-كاراجينان أكثر عكارة وقصافة brittle عن جل I-كاراجينان وأكثر عرضة للإندماج syneresis. بجانب أن جل K-كاراجينان يتكون عند تركيزات أقل. وجل الكاراجينان لايلعب دوراً فى عقد/إنصهار الإحتفاظية hysteresis مثل جل الآجار. وإدخال صمغ الخروب أو مانان كونياك فى جل الـ K-كاراجينات يقلل من العكارة والقصافة brittleness والإندماج syneresis ويزيد من قوة الجل.

وإستخدام الآجار محدود عن إستخدام الكاراجينان نظراً للإتاحة والسعر ولكنهما يستخدمان فى جل العقبة. كما يستخدم الكاراجينان فى جل السمك ومنتجات اللحم والصلصات وأغذية حيوانات التدليل وغير ذلك. والكاباكاراجينان وكذلك الايوتا تتفاعل مع كابا كازين على قيم جـيد أعلا من نقطة تساوى التكهرب والمعقد الناتج يتجمع ليكون شبكة جل ذات ثلاثة أبعاد وهذا دعا إلى إستخدامه فى أنظمة اللبن مثل العقبة المجمدة والجيلاتى والزبادى حيث تمنع إنفصال الشرش. ويستخدم فى لبن الشكولاتة حيث يخدم تركيب الجل فى تعليق جسيمات الكاكاو. والكاراجينان تتهدم على جـيد منخفض خاصة على درجات حرارة مرتفعة.

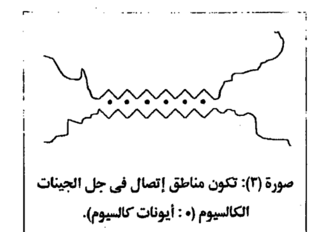


صورة (٢): عملية تكوين الجل للأجاروز والكاراجينان شاملة تكوين لَوْلَب مزدوج ومُتَجَمِع.

وتختلف الألجينات عن الآجار والكاراجينان فى أنها مستقيمة ١، ٤ -عديد يورونان 1,4-linked polyuronan وتتكون من أحماض β-د-مانيورونيك و α-ل-جولورونيك. ويوجد الحمضان فى كتل من تتابعات منفصلة أو مختلطة على طول السلسلة بنسب تتوقف على مصدر العشب البحرى.

Ascophyllum ، *Macrocystis pyrifera nodosum* بها محتوى عال من حمض المانيورونيك (٦١٪، ٦٥٪ بالتتابع) بينما *Laminaria hyperborea* فلها محتوى عال من حمض الجولورونيك (٦٩٪).

وتذوب الجينات الصوديوم فى الماء لتكون محاليل لزجة ويحدث التهدم وفقد اللزوجة مع الزمن على جيد >١٠ ويترسب حمض الألجينيك غير الذائب على جيد <٣,٥ وهى تكون جلا غير منعكس حراريا مع عدد من الأيونات الموجبة عديدة التكافؤ خاصة الكالسيوم. وحمض الجولورونيك هو المسئول عن تكوين الجل وتوزيع ونسبة هذا الحمض على طول سلسلة عديد اليورونان لهما تأثير أساسى على خواص الجل الناتج. وحمض الجولورونيك القريب مزدوج المحور يكون فجوة تعمل كموقع ربط للكاتيونات والتى تتفاعل مع مجموعات الكربوكسيل والأيدروكسيل. وتشابك مابين الجزيئات بالتتابع ينتج عنه تكون مناطق إتصال وشبكة جل وهذا الميكانيزم من تكون الجل يشار إليه بموديل صندوق البيض (الصورة ٣).



صورة (٣): تكون مناطق إتصال فى جل الجينات الكالسيوم (• : أيونات كالسيوم).

وجلات غير متجانسة تتكون إذا أضيفت الأيونات الموجبة بسرعة وبطرق إنعقاد setting تسمى "إنتشار diffusion" أو "داخلية internal" تم تطويرها للتطبيقات التجارية. ففى الأولى تنتشر الأملاح الذائبة (كلوريد كالسيوم) ببطء فى جل الألجينات ولكن حيث أن الإنتشار بطىء فإن العملية تستخدم أساسا لتكوين أشرطة strips أو مغطيات سطح على منتجات الأغذية. وفى الثانية فإن الأملاح التى تكاد لاتذوب (مثل كبريتات الكالسيوم) تستخدم. وإطلاق الأيونات الموجبة يضبط بوجود منحيات sequesterants وبالتحكم فى جيد. وهذه العملية تستخدم فى تحضير الأغذية التركيبية structured أو المصنعة fabricated مثل منتجات الفاكهة واللحوم.

والجينات جليكول البروبيلين propylene glycol alginate تحضر بتفاعل حمض الألجينيك الخضل مع أكسيد البروبيلين تحت ظروف مضبوطة ليعطى الدرجة المناسبة من الأسترة. ومجموعات جليكول البروبيلين تعوق تجمع السلسلة مما يعطى جلا أنعم فى وجود أيونات موجبة ثنائية التكافؤ عن

الألجينات نفسها. وعند أكثر من ٨٥٪ أسترة فإن تكون الجل يمتنع تماماً. والميل لتكوين جل هو أقل عند قيم جيد أقل من ٣. والجينات جليكول البروبيلين ثابتة في ظروف حمضية حتى على جيد ٢ وهذا بجانب مقدرتها الإستحلابية دعا إلى إستخدامها في صلصة السلطات. وعند قيم جيد أعلا من ٧ يمكن أن يحدث تصبن.

(Macrae)

أما الفورسيلاران (الآجار الدانمركى) furcellaran فهو ينتج من عشب البحر الأحمر اللون فقد أنتج في أوروبا عام ١٩٤٣ عندما لم يتوفر لأوروبا الآجار فيعامل الآجار مبدئياً بقلوى ثم يعزل بماء ساخن ثم يركز المستخلص تحت فراغ ويضاف إليه كبذور ١ – ١,٥٪ محلول كلوريد بوتاسيوم فتتكون خيوط الجل التى تركز أكثر بالتجميد ويزال الماء الزائد بالطرد المركزى أو بالضغط ثم يجفف الجل. وهو عبارة عن ملح بوتاسيومى ويحتوى بجانب ذلك على ٨–١٥٪ كلوريد بوتاسيوم محتبس occluded.

ويتكون من د–جالاكتوز (٤٤ – ٥٣٪)، أنهيدرو د–جالاكتوز (٣٠ – ٣٣٪) ومكونات مكبرتة sulfated لكلا السكرين (١٦ – ٢٠٪) فهو مشابه للـ *K*–كاراجينان.

والفورسيلاران يكون جلا مائياً ينعكس بالحرارة. وإضافة السكر تؤثر على قوام الجل والذى يتراوح مابين قصيف إلى مطاط brittle to elastic.

وهو يكون مع اللبن جلاً جيداً ولذا يستخدم كمضاف للبودنج وكذلك يصلح لملء الكيك والغطاء الثلجى اللامع icing. وفي وجود السكروز يكون جلاً بسرعة. ويكون عقد جل ثابت في المرملاد حتى مع تركيزات سكر أقل من ٥٠ - ٦٠٪ ويستخدم بنسب ٠,٢ – ٠,٥٪ فيضاف على هيئة محلول بارد ٢–٣٪ يخلط مع تقن slurry الفاكهة والسكر وذلك لجعل الحلمأة منخفضة. كما يستخدم مع منتجات اللحوم كعجائن اللحم للبسط ومالئات الفطائر. كما يسهل ترسيب البروتينات أثناء صناعة البيرة وبذا يحسن من رواقها النهائى.

(Belitz)

صموغ البذور والجذور

صمغ الخروب والتارا والجوار هى سويداءات ويحصل عليها بعد فصلها من مكونات البذور الأخرى وطحنها إلى مسحوق دقيق. والصموغ عبارة عن جالاكتوماناتات galactomannans تتكون من عمود فقرى مستقيم من وحدات β–١،٤–مانوبيرانوزيل مع أفرع قصيرة من جالاكتوبيرانوزيل متصلة بـ α–١، ٦ على طول السلسلة. وتختلف الصموغ أساساً في درجة تفرع الجالاكتوز مع نسبة المانوز : جالاكتوز لصمغ الخروب والتارا والجوار تكون تقريباً ٤: ٥، ٣: ١، ٢: ١ بالتتابع.

ومن بين الجالاكتومانانات فإن صمغ الجوار فقط هو ذائب في الماء البارد بينما يتطلب كل من صمغ التارا وصمغ الخروب التسخين قبل أن يذوبا تماماً. وكل الصموغ تكون محاليل لزجة على تركيزات بوليمر منخفضة (<١٪) وهى تستخدم لمقدرتها على التثخين. وصمغ الخروب وصمغ الجوار تستخدم مع صموغ أخرى خاصة الزانثان والـ *K*–كاراجينان. وصمغ الخروب يكون حلا ينعكس حرارياً مع صمغ زانثان وينصهر على ٤٠°م

تقريبا. ويزيد من قوة خلات K-كاراجينان ومقاومتها للإندغام. بينما مع الزانثان فإن تكون الحل يحدث من تفاعل خاص لصمغ الخروب مع اما زانثان مرتب أو غير مرتب التركيب. وحدوث تفاعلات خاصة مع K-كاراجينان مازال فى طور النقاش وكلا من صمغ الخروب وصمغ الجوار يمتز على نقيطات الزيت ويعزز من ثبات المستحلب.

مانان كونياك Konjac mannan هو المستخلص الذائب لدقيق الكونياك ويحصل عليه بسحق الدرنة الجافة لـ *Amorphophallus konjac* وهو جلوكومانان ويتكون من سلسة أساسية من وحدات β-١، ٤ د-مانوبيرانوزيل ، د-جلوكوبيرانوزيل. وبعض المشتغلين ذكروا أن ١، ٣ يتفرع تقريباً كل ١٠ متبقيات سكر. ونسبة المانوز إلى الجلوكوز ١,٦ : ١. وتقريباً ١ فى كل ١٩ متبقى سكر مؤستل acetylated.

يكون مانان الكونياك محاليل لزجة جداً بالذوبان فى الماء بعد التسخين. وهى أكثر كثافة من الجالاكتومانانات فى نفس التركيزات. وكلا من مانان الكونياك والجالاكتومانانات تفقد اللزوجة بالتعمير ageing كنتيجة لفك البلمرة. ويكون مانان الكونياك جلات تنعكس حرارياً بالتسخين فى ظروف قلوية. ويحدث تكون الجل بعد إزالة الأستلة deacetylation وتجمع سلاسل جلوكومانان كنتيجة لربط الأيدروجين والجلات معرضة جداً للاندغام. ومانان الكونياك يكون أيضا جلات تنعكس حراريا مع صمغ الزانثان والـ K-كاراجينان بمثل مايفعل صمغ الخروب. وحتى حديثاً أكل الإنسان مانان الكونياك كغذاء فى شكل حل أكثر منه كمضاف أغذية. وفى اليابان يقدم كشرائطيات noodles أو فى بلوكات تسمى كونياكو Konnyaku.

وصمغ التمر هندى يكون حلا ثابتا على أرقام pH واسعة ويحتاج لسكر أقل مما يحتاج فى حالة البكتين كما يظهر إندغاماً syneresis منخفضا. وهو يحل محل البكتين فى الجيلى والمرملاد ويستخدم كمثخن ومثبت فى الجيلاتى والمايونيز. (Belitz)

مستخلصات النباتات

البكتين هو مصطلح عام لمجموعة من عديد اليورونانات والتى توجد كمكونات هيكلية للنباتات وتتكون من سلاسل طولية لحمض ١،٤-α-د-جالاكتيورونيك حتى ٨٠٪ كالاستر الميثيلى، مع حتى ٤٪ وحدات ١، ٢-α-ل-رامنوبيرانوز والتى تكون موزعة على طول السلسلة كفتلات kinks. والـ ل-أرابينوز والـ د-جالاكتوز و د-زيلوز (١٠-١٥٪) ترتبط بوحدات الرامنوز مكونة سلاسل جانبية متفرعة يشار إليها بالمناطق الشعرية "hairy regions" على طول العمود الفقرى "الناعم" للجالاكتيورونان.

والبكتين بدرجة أسترة د أ DE >٥٠٪ يشار إليه كبكتين إستر عال (عالى الميثوكسى) والبكتين مزال الإستر مع د أ < ٥٠٪ يعرف بأنه بكتين إستر منخفض (منخفض الميثوكسى). وإزالة الإستر يمكن أن تحدث فى ظروف حمضية أو قلوية خفيفة. فإذا حصل إزالة الأسترة فى ظروف قلوية باستخدام أمونيا مائية فإن البكتين الأميدى amidated pectin يتكون.

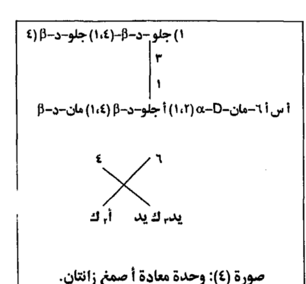
والبكتين ذائب في الماء وأكثر ثباته عند جيد حوالي ٤ وعند جيد أعلا أو أقل يحدث حلمأة لمجموعات الإستر ويحدث فك للبلمرة. وللبكتينات عالية الإستر (د أ ٦٠ - ٧٥٪) تكون الجل يحدث تحت ظروف نشاط مائي منخفض مثل مواد صلبة ذائبة جداً حوالي ٥٥ - ٦٥٪ سكر و جيد <٣,٥. ويحدث تكون الجل تحت درجة حرارة حرجة وعلى مدى من الزمن يعتمد على د أ البكتين ومحتوى المواد الصلبة والجلات لاتنعكس بالحرارة. وتكون مناطق الوصلة junction zones قد يحدث كنتيجة لإرتباط جزيئات كارهة للماء فيمابين مجموعات الإستر مزدوجاً مع ربط أيدروجيني بين جزيئات فيمابين مجموعات الأيدروكسيل على العمود الفقري للجالاكتورونان. أما بالنسبة للبكتينات منخفضة الإستر (دأ ٢٠ - ٤٠٪) فإن تكون الجل يحدث بإضافة أيونات موجبة مثل الكالسيوم وبعكس ظروف البكتينات عالية الأسترة فإن محتوى عال من المواد الصلبة وإنخفاض رقم جيد ليست مطلوبة. كما أن تكون الجل سريع والجلات تنعكس بالحرارة وميكانيزم تكون الجل وصف بمصطلح صندوق البيض الذى وضع أساساً لتكون جل الألجينات.

ويستخدم البكتين لإنتاج المربى والجيلي. وتجد بكتينات عالية الإستر إستخداماً في المربات العادية بينما يفضل إستخدام البكتينات منخفضة الإستر للمربات منخفضة السكر.

صموغ الكائنات الدقيقة

صموغ الزانثان والجلان gellan سكريات عديدة خارجية (خارج الخلايا) يحصل عليها من التخمر الهوائي لدفعات من البكتيريا.

ويتكون صمغ الزانثان xanthan من ١، ٤-β-د-جلوكوبيرانوز مع سلسلة جانبية لسكر ثلاثي trisaccharide على متبقيات الجلوكوز المتبادلة. والوحدة المعادة repeat unit تظهر في الصورة (٤). وووحدة المانوز المرتبطة بالسلسلة الأساسية يمكن أن يحدث لها أستلة acetylated بينما وحدة المانوز النهائية قد تحمل مجموعة بيروفات.



صورة (٤): وحدة معادة أ صمغ زانتان.

والزانثان يذوب في الماء ليعطي محاليل ذات لزوجة عالية والتي لها خواص مشابهة للجل حتى على تركيزات منخفضة جداً (<١٪). والقص أو التقليب يزعج تركيب الجل. وبعكس البوليمرات الأخرى المشحونة فإن اللزوجة لاتكون حساسة لرقم جيد أو الاليكتروليتات البسيطة ولذا إستخدمت

فـي صلصـة السـلطات والتـي بـها نسبة عاليـة مـن الاليكتروليتات ولها ج‍ِ‍ حمضى.

وليس كمعظم البوليمرات فإن اللزوجة تبقى ثابتة نسبياً على مدى متسع من درجات الحرارة ولـذا إسـتخدمت فـي الشـوربة والهـاموم gravies. وخواص الإنسياب غير العادية يعتقد أنها تنتج من أن جزيئات الزانثان يمكن أن توجد في شكل منظم متماسك stiff. وقد تم إقتراح تركيبات حلزونية منفردة أو مزدوجة وهذه تستطيع أن ترتبط لتكون تركيب شبكة ضعيفة. ولكنه يستطيع أن يعلق الجسيمات ويمنع نقيطات الدهن من الكريمية creaming. وتتفاعل صموغ الزانثان بالتآزر مع صمغ الجوار ليعطى محاليل معززة اللزوجة وتكون جلاً مع صمغ الخروب ومانان كونياك.

والجيلان gellan جزىء مستقيم مع وحدة سكر رباعى tetrassacharide تتكرر وتتكون من ٢ متبقـى جلوكوبيرانوز وحمض جلوكورونيـك ورامنوبيرانوز وهى مرتبـة:

٣)-β-د-جلو (١، ٤)-β-د-جلـو أ (١، ٤)-β-د-(جلو) (١، ٤)-α-ل را (١

3)-β-D-Glc (1, 4)-β-D-Glc A (1, 4)-β-D-Glc (1, 4)-α-L-Rha (1

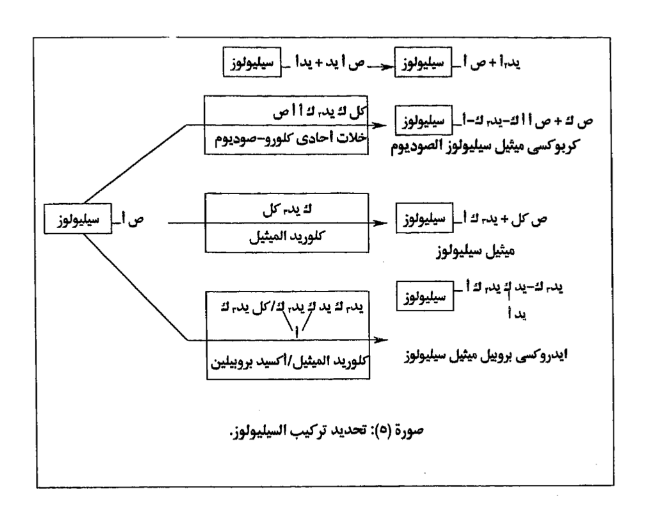
والجيلان قد يحتوى على كل من مجموعات أ-أسـيتيل O-acetyl، أ-ل-جليسـريل مرتبطـة بمتبقيات ٣-جلوكوز والأولى متصلة بالموضع ٦ والأخيرة بالموضع ٢. ومعظم الدراسات أجريت على صموغ تجارية والتى بها محتوى أسايل منخفض وتنتج فى مخلوط أملاح وهى لاتذوب فى الماء إلا بالتسخين إلى حوالى ٧٠°م ويمكن أن تكون أعلا فى وجود اليكتروليت. وهى تكون جلاً بالتبريد وتعتمد خواص الجل على طبيعة وتركيز الاليكتروليت. وجلات الكالسيوم تنعقد وتنصهر فى مدى درجات حرارة ٢٥-٤٠°م، ٧٠-١٢٠°م بالتتابع. بينما جلات الصوديوم يمكن أن تنعقد وتنصهر فى مدى درجات حرارة من ٤٠-٥٠°م، ٨٠-١٠٠°م بالتتابع وصمغ الجلان ووفق عليه حديثاً للإستخدام فى الأغذية ويمكن أن يعمل ليحل محل صموغ أخرى أو فى تطـورات جديدة. (Macrae)

أما الـ .*Sclerotium* sp فمن أمثلتهـا .*S* *gluconicum* والصمـغ لـه وزن جزيئـى ١٣٠ كيلودالتون ويذوب فى الماء ويظهر خواص جل يسيل قوامه عكسياً بالرج ولكنه شبه لدن pseudoplastic ويستخدم كمثخن ومغطى للمواد المجففة. (Belitz)

صموغ السليولوز

يتكون السيليولوز من سلاسل طولية من وحدات ١،٤-β-د-جلوكوبيرانوز والتى لها ميل شديد للإرتباط خلال روابط أيدروجين وبذا يجعلها غير ذائبة. والذوبان يمكن أن يتحقق بأيثرية ethyrification مجموعات الأيدروكسيل الثلاث المتفاعلة على كل متبقى جلوكوبيرانوز. وإيثيرات السيليولوز المصرح بها فى الأغذية هى كربوكسى ميثيل سيليولوز (ك.م.س CMC) والميثيل سيليولوز (م.س MC) والأيدروكسى بروبيل ميثيل سيليولوز (أ.ب.م.س HPMC) وأول مرحلة فى التفاعل هو تمزيق التركيب البلورى للسيليولوز بالنقع فى أيدروكسيد صوديوم مركز وبذا يحل محل ذرات

الأيدروجين ذرات صوديوم في مجموعات إيدروكسيل الجلوكوز. والسيليولوز القلوى الصوديومى الناتج يتفاعل بعدم تجانس تحت ظروف مضبوطة لإنتاج أيثير بالدرجة المطلوبة من الإستبدال (الصورة ٥).



صورة (٥): تحديد تركيب السيليولوز.

ك.م.س يذوب بسهولة فى الماء لإنتاج محاليل لزجة على تركيزات منخفضة من البوليمر (~١٪) ولكن بعكس البوليمرات غير الأيونية مثل صمغ الخروب أو صمغ جوار فإن اللزوجة تنخفض على جـيد منخفض وتركيزات اليكتروليتية عالية نظراً للخفض فى شحنة البوليمر الفعالة وإنضمام سلاسل البوليمر compaction ويحدث زيادة لزوجة تآزرية فى مخاليط ك.م.س CMC مع صمغ الخروب وصمغ الجوار. و ك.م.س يستخدم فى الجيلاتى والعقبة المجمدة وصلصات السلطة والصلصات والهاموم.

والـ م.س والـ أ.ب.م.س يمكن الحصول عليها بكتل جزيئية ودرجة من الإستبدال substitution مختلفة. وكلا المركبين يذوب فى ماء بارد ليكونا محاليل لزجة على تركيزات بوليمر منخفضة. ومما يميز م.س ، أ.ب.م.س عن ك.م.س وعديد

السريات الآخرى هو مقدرتها على تكوين جلات تنعكس بالحرارة بالتسخين. ودرجة حرارة وتكون الجل تتوقف على نسب مجموعات الميثوكسيل و/أو الأيدروكسي بروبيل ولكن محلول ٢٪ من م.س MC يحتوى ٣٠٪ جلات ميثوكسيل على ٥٠ – ٥٥°م بينما أ.ب.م.س HPMC يحتوى على جلات ٢٠٪ ميثوكسيل ، ٨٪ أيدروكسي بروبيل على ٨٥°م. ويمكن أن تنخفض درجة حرارة تكون الجل في وجود سكريات أو اليكتروليتات. وتكون الجل يعتقد أنه ناتج عن إرتباط المجموعات الكارهة للماء الموجودة بالإستبدال وتصبح أكثر سيادة على درجات حرارة أعلا. وهذا دعا إلى إستخدام م.س MC و أ.ب.م.س HPMC معاً ومع النشا في الشوربة والهاموم لمنع فقد اللزوجة بالتسخين. وتطبيق آخر يحدث في الأغذية المحمرة حيث تكون جل م.س MC، و أ.ب.م.س HPMC بالتسخين يساعد على الإحتفاظ بالكيان التركيبي للمنتج ويساعد بالإضافة على منع فقد الرطوبة وإمتصاص الزيت. كما أن م.س MC و أ.ب.م.س HPMC عوامل سطح نشطة وتستخدم في منتجات الخبيز للمساعدة على تكوين خلايا غاز موحدة وفي صلصات السلطة لتثبيت نقيطات المستحلَب.

تأثير المعاملة

فك البلمرة لصموغ عديد السكريات يمكن أن يحدث بالتسخين على درجات حرارة عالية لمدد طويلة مما ينتج عنه فقد في اللزوجة والخواص الوظيفية الأخرى. وهذا واضح لحالة جلوكو وجالاكتومانانات وناضح/نضيح شجر الصموغ ولكنه يطبق على الصموغ الأخرى أيضاً خاصة على أرقام جيد المتطرفة. كما أن التسخين يؤدى إلى تكون اللون البنى/الأسمر بواسطة تفاعل مايارد أو التفاعل الإنزيمى ولكنه يحدث بتفاعلات أحماض أمينية مع متبقيات السكر المختزلة مما يعطى نكهة ولون للأغذية.

كما أن فقد اللزوجة نظراً لفك البلمرة عقب القص العالي بالضخ يكون مشكلة. وقد يحدث هدم كنتيجة لعمل الكائنات الحية الدقيقة أو الإنزيمات مالم تتخذ إحتياطات مناسبة. (Macrae)

إستخدامات الأغذية

يقسم دستور الأغذية الصموغ إلى: أ1 A1 كاملة القبول ، أ2 A2 مقبولة مؤقتاً ، ب B تنتظر تقدير السمية ، ج C لاتصلح للإستخدام. وكل الصموغ التى ذكرت حتى الآن تقع فى أ1 A1 كاملة القبول فيما عدا صمغ التراجاكانت والكارايا فتقع تحت ب B أى تنتظر تقدير السمية. وكمية الصمغ التى يسمح بها فى أى غذاء تختلف لكل صمغ ولكل منتج.

وصمغ التراجاكانت استخدم فى الصلصات الثخينة والمخلل نظراً لقدرته على المحافظة على خواص الإنسياب فى الظروف الحمضية التى توجد عادة فى هذه المنتجات ويمكن نظراً لعدم وجود العرض المطلوب وإرتفاع الأسعار فإن النشا المحور يستخدم الآن. وصلصة الطرطر وصلصة الباربكيو المدخنة وفجل الخيل تحتوى صمغ الزانثان وهو يعمل كمثخن وثابت فى الظروف الحمضية لهذه

المنتجات. وصلصة الثوم الكريمية تحتوى كلاً من صمغ الزانثان وصمغ الجوار وهذه تتفاعل تآزرياً لإعطاء خواص إنسيابية مُعَزَزَة. وصلصة الأغذية البحرية بها محتوى زيت أعلا عن بقية الصلصات وعلى ذلك فيدخل فيها الجينات جليكول البروبيلين مع صمغ زانثان فالأول له خواص النشاط السطحي ويمكن أن يعمل كمستحلِب فيمنع إندماج النقيطات coalescence بجانب مقدرته على تثخين الوسط المائى ، والأخير له مقدرة تكوين تركيب ضعيف مشابه للجل والذى يحتفظ بنقيطات الزيت ويؤخر الإنفصال. وكلا الصمغين يؤخران الهدم فى ظروف حمضية. أما صلصة التفاح وصلصة قمام المناقع وجيللى النعناع فكلها تحتوى بكتين والذى يعطى المنتجات خواصها المشابهة للجل.

والمايونيز التقليدى هو مستحلب مركز من زيت فى ماء يحتوى ٦٥٪ زيت نباتى ومكونات محمضة (مثل الخل أو عصير الليمون) وصفار بيض الذى يعمل كعامل إستحلاب. والخواص شبه الصلبة المرتبطة بهذا المنتج يتم ضبطها أساساً بتركيز الزيت وأيضاً بحجم نقيطات الزيت المستحلَبة. وصلصات السلطة التى يمكن أخذها بالملعقة يمكن أن تنتج بمحتوى زيت أقل (٣٠ - ٥٠٪) بإستخدام صمغ غذائى على مستوى أقل من ٠,٥٪. وفى الأصل صمغ الترجاكانت كان يستخدم ولكن تستخدم صموغ أخرى الآن خاصة الجينات جليكول بروبيلين وصمغ الزانثان (أحياناً بإرتباط مع صمغ الجوار أو صمغ الخروب) فتستخدم لنفس الأسباب السابق ذكرها. وتستخدم الصموغ فى سلطات الغمس dips وفى الصلصات التى يمكن صبها من أجل إبطاء فصل أطوار الزيت والماء وفى المساعدة على تعليق أى مكونات جسيمية قد تكون موجودة.

الجيلاتى

تستخدم الصموغ مرتبطة مع المستحلبات فى الجيلاتى لضبط ثبات الناتج والذى يتكون من طور سائل يحتوى جسيمات دهن وفقاقيع هواء وبلورات ثلج وبروتينات لبن وسكريات وأملاح ذائبة وغير ذائبة. ومستوى الصمغ المستخدم يتوقف على نوع وتركيب الجيلاتى ولكن فى مدى ٠,١ - ٠,٣٥٪. وحتى فى هذه المستويات المنخفضة فإن الصموغ يمكن أن يكون لها تأثيراً كبيراً على خواص الجيلاتى. فهى تعزز لزوجة خليط الجيلاتى فتزيد الخواص الخفقية وتسمح بإدخال هواء أكثر قبل التجميد وكمية الهواء المدخل والذى يسمى زيادة الحجم overrun يمكن أن يكون ١٠٠٪ أو أكثر بالحجم . وإستخدام الصموغ له تأثير كبير على الخواص الحسية مثل الجسم body والقوام وشعور الفم. والصموغ تؤثر أيضاً على خواص الذوبان للجيلاتى وأهم تأثير على القوام يأتى من مقدرتها على تثبيط نمو بلورات الثلج والتى تعزز بتموجات درجات الحرارة أثناء التخزين. ويعتقد أن الصموغ تعمل بربط أو منع تحرك immobilizing جزيئات الماء داخل التركيب الجزيئى الكبير كما أن الصموغ تؤثر على القوام بخفض الترميل sandiness والذى ينتج عن تبلر اللاكتوز.

وفى عملية الدفعات فإن الصمغ يمكن إضافته إلى المخلوط بارداً أو ساخناً ولكن البسترة على درجات الحرارة العالية والزمن القصير (د.ح.ع.ز.ق HTST) فإن الصمغ ينتشر فى المخلوط عندما يكون بارداً وبذا فلابد أن يكون ذائباً فى ماء بارد. والصموغ عادة تخلط مع نسبة من السكر قبل إدخالها فى المخلوط حتى يساعد على تشتتها.

وعند إستخدام كربوكسى ميثيل سيليولوز أو صمغ الجوار أو الخروب فإن إنفصال السيرم قد يحدث فى الخليط قبل أن يجمد. ومن أجل التغلب على هذه المشكلة فإنها تستخدم مع ١٠٪ كاراجينان - من كل تركيز المُثبت - والذى يعتقد أنه يتفاعل مع مكونات اللبن ليكون تركيب جل ضعيف.

الزبادى yoghurt

ينتج الزبادى من لبن بعد تخمر اللاكتوز بفعل الفلورا الدقيقة فيضاف إلى اللبن المجنس المعامل بالحرارة مزرعة تحتوى بكتيريا *Lactobacillus bulgaricus* أو *Streptococcus thermophilus*. وتكون حمض اللاكتيك يسبب تخثر البروتينات مكونة جل صلب والذى يوجد به حبيبات الدهن والسيرم الذى يحتوى المكونات الذائبة. "وللزبادى المنعقد set yoghurts" فالتخمر يحدث مباشرة فى كرتونات البيع بالقطاعى مما ينتج عنه منتج شبيه بالجل. والزبادى المقلب stirred yoghurt فالتخثر يحدث فى النقل خلال مبرد ثم التعبئة. والزبادى المقلب لزج ولكنه أكثر سيولة عن الزبادى المنعقد حيث تركيب الجل الدقيق delicate المتكون خلال التخثر قد إنزعج بالقص/الجز shear الميكانيكى. وتستخدم مختلف الصموغ فى إنتاج الزبادى لخفض الإندغام syneresis وتحسين الخواص الإنسيابية والحسية مما يؤدى إلى ناتج ذى خواص لزوجية مطاطية viscoelastic وجسم وقوام وشعور فى الفم مرغوبين. ومن المهم أن الصموغ لاتخفى النكهة الطبيعية للزبادى وأن تكون فعالة فى جـ‍يد المنتج حوالى ٣ و ٤. والصموغ المستخدمة تشمل كربوكسى ميثيل سيليولوز وصمغ الجوار وصمغ الخروب والبكتين والألجينات والآجار والكاراجينات وصمغ الزانثان والنشا والجيلاتين. والبكتين منخفض الإستر يصلح لعمل جل على جـ‍يد منخفض. ودور الصموغ هو تشجيع تكوين تركيب شبكى بالتفاعل مع مكونات اللبن ومنتجات التخمر وهى تستخدم بنسب ٠,٢ - ٠,٥٪ متوقفاً على الصمغ ومحتويات اللبن من المواد الصلبة. ولو أن البكتينات منخفضة الإستر يمكن أن تستخدم بنسب أقل من ٠,٢٪. ولمنع تكتل lumping الصمغ وللمساعدة فى ذوبانه فالصمغ يخلط مبدئياً مع المكونات الجافة مثل السكر قبل الإضافة.

الجبن cheese

فى تصنيع الجبن تضاف بكتريا حمض اللاكتيك إلى اللبن ويقلب المخلوط على درجة حرارة ثابتة وعندما تتكون حموضة كافية يضاف إنزيم الرينيت الذى يحملىء الـ K-كازين فى اللبن مسبباً تكون تجمع غروى فى جزيئات مُذَيّلة micelles الكازين للتخثر مع تكوين جل ويشار إلى هذا الجل بالخثرة curd ويفصل عن السائل - المعروف

بالشرش whey - ويمكن أن يضغطا ويملحا ويتركا لينضجا تبعاً لنوع الجبن. وإضافة صموغ مثل صمغ الجوار وصمغ الخروب والكاراجينان يزيد من معدل التخثر coagulation ويساعد في عملية الإستعادة وبذا يزيد من إتاء الخثرة. وفي الجبن الطرى soft cheeses حيث محتوى الماء عال (>٨٠٪) فإن الصموغ يمكن أن تؤدى إلى تحسين في الجسم وقوام المنتج وربما أدت إلى تقليل فقد الماء.

الكريمة المخفوقة whipped cream

الكريمة المخفوقة بها نسبة دهن مرتفعة (>٣٠٪) ومتطلباتها الوظيفية تشمل مقدرتها على إدخال هواء (أى الخفقية) وثبات الرغوة ومقاومة إنفصال السيرم. والصموغ مثل الجينات الصوديوم والكاراجينان وأيضاً النشا المحور يمكنها المساعدة في هذه الخواص.

منتجات الخبيز bakery products

الخبز bread: في عملية عمل الخبز يخلط الدقيق والخميرة والملح ودهن التنعيم والماء والمحسنات improvers معاً لتكوين عجين متجانس. وفي العملية بروتينات الجلوتينين والجليادين الموجودة في الدقيق تتفاعل لتكون الجلوتين مما يعطى العجين خواصه المطاطية. وتعمل الخميرة على تخمير مكونات السكر في الدقيق منتجة ثانى أكسيد كربون والذى يكون تركيباً خلوياً في العجين. وأثناء الخبيز فإن حبيبات النشا المشتتة في شبكة الجلوتين تنتج إنتفاخاً غير عكسى (تجلتن) مطلقة الأميلوز وممتصة للماء مما يضيف إلى التركيب أما الجلوتين فيتخثر بالحرارة.

ويمكن إستخدام صموغ مثل صمغ الجوار وصمغ الخروب والكربوكسى ميثيل سيليولوز وصمغ الزانثان في تصنيع الخبز بمستويات حتى ٢٪ ولو أن هذا غير منتشر فهى تعمل على تطور الجلوتين أثناء عملية الخلط مما يخفض وقت الخلط جوهرياً. كما أنها تحسن من الإحتفاظ بالرطوبة مما يؤخر عملية الأجون slating والتى تنتج عن تبلر مكون النشا. وصمغ الزانثان إستخدم في تحضير الخبز خالى الجلوتين والذى يتفاعل مع النشا لتكوين شبكة.

الكيك cakes: الصموغ مثل صمغ الزانثان وصمغ الجوار والكربوكسى ميثيل سيليولوز يمكن إستخدامها في إنتاج الكيك حيث لها وظيفتان أساسيتان: ضبط الخواص الإنسيابية للعجين وهذا هام في الإنتاج على نطاق كبير حيث الخلط والضخ والملء. وخواص القص-الترفيع للصموغ تعتبر ميزة حيث أن لزوجة منخفضة مفضلة أثناء الخلط والضخ، بينما لزوجة عالية مطلوبة بعد الملء في خبز الخبيز من أجل منع التناثر splashing ولتعليق أى جسيمات مثل الفاكهة أو النقل في العجين. أما الوظيفة الثانية فهى تسهيل إماهة متعادلة أكثر للمكونات الجافة ولضبط الرطوبة في المنتج النهائى. وتوزيع أحسن للرطوبة في العجين يساعد في تثبيت خلايا الهواء المتكونة أثناء الخلط مما يعطى تركيب خلايا أكثر نعومة وتوحيداً وبذا يتحسن حجم وقوام الكيكة النهائى. وضبط محتوى

الرطوبة فى الكيكة النهائية هام جداً حيث أن هذا يؤثر على القوام والمظهر وعمر الرف. والصموغ تستخدم فى خلطات الكيك الجاف حيث تساعد فى الخلط ذى الخطوة الواحدة وتقلل من زمن الخلط بجانب إعطاء الخواص السابقة.

مالئات فطائر الفاكهة fruit-pie filling: مالئات فطائر الفاكهة عادة تحتوى نشا محور والذى يثخن العصائر الحامضية. والصموغ مثل الكاراجينان والكربوكسى ميثيل-سيليولوز والبكتين منخفض الميثوكسى وصمغ الخروب تستخدم أحياناً مع النشا لتحسين الثبات ضد الحرارة ولإعطاء روقان أكثر ولتقليل الإندغام.

وتستخدم الجينات الصوديوم لإنتاج بدائل مالئات الفطائر بإستخدام ما يسمى طريقة العقد الداخلى internal setting. وفى هذه الطريقة فإن محلول الجينات الصوديوم يحتوى على ملح كالسيوم غير ذائب (مثل فوسفات الكالسيوم) يرتبط بهريس فاكهة (تفاح - كمثرى ...الخ) والذى يحتوى على مُنَحِي sequesterant (مثل سترات الصوديوم) وحمض (حمض السيتريك) وبالخلط فإن ملح الكالسيوم غير الذائب يبتدىء فى الذوبان فى وجود الحمض مطلقاً أيونات كالسيوم والتى تتفاعل مبدئياً مع المُنَحِي وعندما تصبح فى زيادة تتفاعل مع الألجينات مما يعمل على تكون الجل. والجل الموحد (المتجانس) المتكون يقطع ويضاف شراب فاكهة مثخن لإعطاء مالىء الفطيرة النهائى.

ويمكن إستخدام الجينات الصوديوم لتحضير تركيبات فاكهة structured fruits بإستخدام بثق متعاون coextrusion وهذا يناسب فواكه مثل الكشمش الأسود black currant والذى له جلد خارجى ومركز سائل. وفى العملية يحقن محلول الجينات الصوديوم ومخلوط هريس الفاكهة منفصلين خلال فوهات تتكون من أنابيب متحدة المحور axial tubes موضوعة فوق صمام يحتوى محلولاً من ملح الكالسيوم (مثل لاكتات الكالسيوم) وإنسياب محلول الألجينات يحتفظ به ثابتاً بينما إنسياب هريس الفاكهة متقطع. وكلما خرجت نقطة من الهريس من الفوهة تغطى بفلم من محلول الألجينات والذى يكون جلاً فى نفس اللحظة، مكوناً جلداً صلباً عندما يتصل بحمام الكالسيوم الموجود أسفله. وتجمع جلات الفاكهة المتكونة ويضاف إليها شراب ثخين لإنتاج مالىء الفطيرة.

غطاء سكرى لامع وغطاء جليدى والقشع icing, frostrings & glazes: تتكون هذه المواد فى منتجات الخبيز من محاليل مشبعة من السكر فى الماء. والصموغ مثل كربوكسى ميثيل سيليولوز والجينات الصوديوم تستخدم لتثبيط نمو بلورات السكر ولضبط الخواص الإنسيابية وخواص تكوين الفلم. وهذه المغطيات تظهر إلتصاقاً أحسن بالناتج ولها ميل أقل للتشقق كما أن لها إلتصاقية stickeness أقل.

مغطيات العجائن batter coatings: الصموغ مثل صمغ الجوار وصمغ الخروب وصمغ الزانثان والكاراجينان كثيراً ماتستخدم فى إنتاج مغطيات

العجين على نطاق واسع للأغذية البحرية والدواجن. ومشكلة رئيسية تحدث مع هذا المنتج هي فقد اللزوجة نظراً لتهدم القص/الجز shear خلال الضخ أو التهدم نتيجة لعمل الإنزيمات الموجودة في الدقيق. وهذه اللزوجة المنخفضة تؤدي إلى إلتصاق فقير للمغطيات على الغذاء وإلى خواص قوامية فقيرة. والصموغ تساعد على إعطاء الخواص الإنسيابية المطلوبة للعجين على فترة زمن أطول وتساعد على التغلب على هذه المشاكل.

العقبة desserts

العقبة الخاصة speciality desserts: يستخدم الكاراجينان في العقبة التي أساسها اللبن حيث يتفاعل مع بروتين اللبن الموجود مما يساهم في تركيب الجل ويمنع إنفصال السيرم. والمثخنات مثل صمغ الجوار وصمغ الخروب أو عوامل تكوين الجل مثل البكتينات تستخدم الخواص اللزجة أو خواص شبه الجل في السائل الموجود مع الثمار بينما تستخدم الجينات الصوديوم لتثبيت فوقيات الكريمة المخفوقة. ومن بين المستخدم في بهجة الشكولاتة chocolate delight: يستخدم نشا محور أو كاراجينان أو الجينات الصوديوم. وفي عقبة الكارامل caramel dessert: كاراجينان أو نشا محور أو بكتين ؛ توت العليق الملكي raspberry royale: أيدرات البكتين أو الجينات الصوديوم ؛ وكيكة الجبن للأناناس؛ نشا محور أو جيلاتين أو بكتين أو صمغ الجوار ؛ فاكهة الفراولة strawberry fruit fool : جيلاتين أو الجينات الصوديوم.

وتستخدم الصموغ في الجاتو المجمد من أجل إعطاء الخواص المرغوبة ولتحسين ثبات التجميد-التيع.

جيلي المائدة table jellies: يحضر الجيللي تقليدياً بإستخدام الجيلاتين فتذاب المادة في ماء ساخن ويتكون الجل بالتبريد في المبرد. والجل المتكون يكون رائقاً جداً ويذوب في الفم مما يعطي إطلاق سريع للنكهة وقوام ناعم ولكنها تَتَجَشب بالتخزين. كما أن الجيللي يمكن أن يحضر بإستخدام صموغ مثل الكاراجينان والألجينات والبكتين وكذلك صمغ الجيلان gellan. والكاراجينان تعطي جل مطاوع compliant gels يشبه ذلك الناتج من الجيلاتين ولكن لها نقطة إنصهار أعلا وعلى ذلك فليس له نفس الخواص الحسية العضوية وإن كان إرتفاع درجة حرارة الإنصهار معناه أن الجل لايحتاج إلى التبريد كما أنه أقل عرضة للتَجَشُب toughening بالتعتيق ageing. أما الـ K-كاراجينان فيكون جلاً قصيراً جداً وإن كان إستخدامه مع صمغ الخروب يحسن من القوام. كما يمكن تحضير جيللي بإستخدام الجينات بها محتوى عالٍ من حمض المانيوريك ويمكن إنتاج جل ذي قوام طري وغير قَصِف بإستخدام أيونات الكالسيوم تحت ظروف مضبوطة.

الشراب والفوقيات ومخاليط العقبة الجافة syrups, toppings & dry dessert mixes: تستخدم الصموغ عادة لتحسين لزوجة الشراب المستخدم مع البانكيكات والجيلاتى وهى تعطى خواص الإنسياب اللازمة وتلتصق cling وتؤخر من تبلر السكر. وصمغ الزانثان والكربوكسى ميثيل سيليولوز تعطى منتجات لها روقان أعلى من تلك المحضرة بإستخدام صمغ الجوار أو صمغ الخروب.

وتستخدم الجينات جليكول البروبيلين مع بعض الشراب المعامل بالزبد بسبب خواصه المستحلبة. وصمغ الزانثان وصمغ الخروب وصمغ الجوار تستخدم كثيراً فى فوقيات العقبة غير اللبنية من أجل ضبط اللزوجة قبل الخفق. والميثيل سيليولوز والأيدروكسى-بروبيل ميثيل سيليولوز يمكن إستخدامها أيضاً ولها ميزة تشجيع إستحلاب الزيت. والسيليولوز دقيق التبلر microcrystalline cellulose يمكن إستخدامه أيضاً وهو كفء فى زيادة ثبات الرغوة. والفوقيات تباع عادة مجمدة والصموغ الموجودة تثبط تكون بلورات الثلج.

وتستخدم الصموغ فى مخاليط العقبة الجافة مثل صمغ الزانثان والكربوكسى ميثيل-سيليولوز وصمغ الجوار نظراً لذوبانها فى الماء البارد. والبكتينات والألجينات تدخل فى بعض مخاليط العقبة مثل المنفوخات mousses وكيكة الجبن لإعطاء تركيب جل. وصمغ الزانثان يفيد فى مخاليط الدندرمة sorbet الجافة بسبب ذوبانها الجيد وأستطاعتها تكوين تركيب جل ضعيف والذى يصطاد الفقاقيع المتكونة أثناء الخلط.

والكاراجينان يستخدم فى مخاليط بودنج اللبن الجاف لأنه يتفاعل مع الكازين مما يؤدى إلى تكوين تركيب الجل.

المربى والجيللى والمرملاد: التصنيع يتكون من خلط المكونات ورفع درجة الحرارة والتبخير إلى محتوى مواد صلبة ذائبة مضبوط إما على ١٠٠ ^{o}م تحت الضغط الجوى العادى أو درجات حرارة حتى ٦٠ ^{o}م تحت فراغ. والخاصية الأولى لكل المحفوظات أنها أنظمة جل وبإستخدام البكتين للمحفوظات التقليدية مع مواد صلبة كلية ذائبة (<٦٠٪) يستخدم واحد أو أكثر من بكتينات عالية الميثوكسيل لضبط تكون الجل. وعند مواد صلبة ذائبة كلية من ٢٥ – ٥٥٪ يستخدم بكتين منخفض الميثوكسيل إما مُأيْمَد amidated أو غير مُأيْمَد وتكون جل البكتينات عالية الميثوكسيل يتوقف على $جـ_{يد}$ و $جـ_{يد}$ ٣,٥ مطلوب لتكون الجل. وهذا قد يتطلب إضافة حمض فاكهة لخفض $جـ_{يد}$ مع معظم المربات التى لها $جـ_{يد}$ نهائى ٢,٨ – ٣,٤. وللبكتينات منخفضة الميثوكسيل يضبط تكون الجل بوجود أيونات الكالسيوم والـ $جـ_{يد}$ غير حرج. وفى المحفوظات عالية السكر فإن السكر يثبت التركيب ويمنع حركة الماء وبذا يقلل من الإندغام. وهذا يصبح مشكلة أكثر فى المحفوظات منخفضة السكر. وعدد من المنتجات ذات السكر المنخفض وذات مواد صلبة ذائبة كلية <٢٥٪ يحصل فيها على تكون الجل بإستخدام الكاراجينان أو كاراجينان مع مخاليط بكتين منخفض الميثوكسيل. ويمكن إضافة

صموغ أخرى مثل صمغ الجوار أو صمغ الخروب أو صمغ الزانثان لتحوير القوام وتقليل الإندغام.

اللحم واليخنى stews والهاموم والشوربة: الصموغ خاصة صمغ الجوار يضاف أحياناً للسجق ومنتجات اللحوم الأخرى ليربط المكونات ويمنع تحرك الماء ويساعد فى البثق وخواص المعاملة ويقلل من الميل للفصل والهجرة أثناء الطبخ. والصموغ تعمل لتحل محل الدهون فى مستحلبات اللحم خاصة الكاراجينان. وإدخال الميثيل سيليولوز فى المنتجات المحمرة جيد لأنه عند التسخين فإن الصمغ يكون جلاً مما يساعد على الإحتفاظ بشكل المنتج وكيانه أثناء التحمير. والصموغ مثل صمغ الجوار وصمغ الزانثان وصمغ الخروب والكربوكسى ميثيل سيليولوز تستخدم لتخين الهاموم لفطائر اللحم واللحم المعلب واليخنى stews ولتقليل هجرة الدهن وإنفصال الماء أثناء التخزين. وعادة يفضل النشا المحور على الصموغ كمثخنات فى الشوربة المعلبة ولكن صمغ الجوار يستخدم فى مخاليط الشوربة الجافة لزيادة الجسم وللمساعدة فى تشتت المكونات المختلفة.

الحلويات confectionary: يستخدم الصمغ العربى فى الحلويات لإنتاج القند الصلب حيث يمثل ٥٠٪ من المواد الصلبة الكلية الموجودة. وهو صمغ ذائب جداً ويحضر منه محاليل ٥٠٪ من الجوامد الصلبة الذائبة. ويضاف شراب السكر والجلوكوز ويطبخ المخلوط ويركز قبل أن يوضع فى قوالب من النشا ويجفف لمدد تصل إلى ٧٢ ساعة. والقند النهائى ينظف ويغطى بالسكر أو القشع glazed وهو له قوام صلب ولكن مطواع malleable وباستيليا الفم تحضر من تركيزات من الصمغ العربى أقل ويضاف الجيلاتين عادة لتحوير القوام. ويستخدم بكتينات عالية الميثوكسيل بطيئة العقد فى تحضير حلويات جيللى منكهه بالفاكهة وحمضية وعادة توجد فى تركيزات أقل من ٢٪. وبعض النكهات مثل عرق سوس liquorice والفانيليا غير ثابتة فى الظروف الحمضية اللازمة لتكون جل البكتين وتستخدم البكتينات منخفضة الإستر بدلاً منها. كما تستخدم فى تصنيع بهجة التركى Turkish delight كما يستخدم الجيلاتين والنشا فى تحضير حلويات الجيللى. (Macrae)

الأهمية الغذائية

صموغ الأغذية لايمكن هضمها فى الأمعاء الصغيرة للإنسان حيث تميل إلى عمل محاليل لزجة مع ماء الأغذية وإفرازات الهضم. والمحاليل اللزجة ضد الحركة فهى تعيق تأثيرات إنقباضات القناة المعدية المعوية فى توصيل الغذاء من المعدة للأمعاء الصغيرة وفى خلط المغذيات الكبيرة مع إفرازات الهضم وفى جعل منتجات الهضم متاحة للمساحة الماصة. وفى الواقع فإن المغذيات تبقى محبوسة فى شبكة الصمغ. وهذا يقلل من معدل إمتصاص المواد ذات الإمتصاص السريع مثل الجلوكوز وربما أيضاً المواد ذات الإمتصاص البطىء مثل الدهن وبعض المغذيات الدقيقة.

وصموغ الأغذية تختلف فى الدرجة التى تتكسر بها بواسطة بكتيريا القولون فالبكتين والآجار تؤيض

بسرعة إلى أحماض دهنية قصيرة السلسلة مما يعطى كميات كبيرة من الغازات (ك أ، وأيدروجين وميثان). أما أحماض الخليك والبروبيونيك والبيوتريك فهى المنتجات الأساسية لتخمر عديد السكريات فى القولون وحمض البيوتريك يمكن أن يستخدم بظهار القولون كمصدر للطاقة وحمض البروبيونيك يذهب إلى الكبد حيث يخفض من تخليق الكوليسترول ويثبط تكسير الجليكوجين glycogenolysis ويزيد من حساسية الأنسولين. وحمض الخليك يمكن أن يستخدم كطاقة بواسطة الخلايا فى جميع الجسم. أما الصموغ الأخرى مثل كربوكسى ميثيل سيليولوز واسباجولا ispaghula وصمغ الزانثان فهى أكثر مقاومة لهجوم بكتيريا القولون. وهى تحتفظ بتركيبها الأولى فى القولون وقد تزيد من حجم البراز بمقدرتها على تنحية السائل sequester.

مرضى البول السكرى diabetes mellitus

إن تقديم عديد السكر اللزج مع الوجبة أو مشروب جلوكوز يقلل من زيادة السكر hyperglycaemia وفرط الأنسولين فى الدم insulinaemia بعد الأكل post-prandial. وهى أكثر تأثيراً عندما تخلط مع الوجبة عن إذا ما أعطيت ككبسولة أو حتى كمشروب قبل الوجبة. وتناول عديد السكريات اللزجة يخفض من جلوكوز البلازما وكذلك الأنسولين فى الوجبة التى أدخل فيها ولكن أيضاً يؤثر على إستجابة الجلوكوز بعد الوجبة التالية.

والتدبير الغذائى لنوع ٢ من مرضى البول السكرى له غرضان متصلان: ١) الإحتفاظ ببلازما الدهون والجلوكوز فى مستويات قريبة على المدى الطويل من أجل تقليل تعقيدات الأوعية الكبيرة والدقيقة. ٢) لتحقيق والمحافظة على وزن الجسم المثالى. فالسمنة هى مخاطرة مهمة ويزداد خطر مرض البول السكرى بشدة عندما يزيد الوزن بمقدار ٢٥ - ٣٥٪. والعوامل التى تؤدى إلى فقد الوزن يمكن أن تؤدى إلى خفض فى الدلائل الأخرى. ودلائل النجاح فى التدبير طويل المدى لنوع ٢ من مرض البول السكرى هى خفض فى جلوكوز البلازما الصائم ومستويات الهيموجلوبين المرتبط بالجلوكوز glycosylated haemoglubin ودهون البلازما والوزن. ويمكن خفض جلوكوز البلازما الصائم بواسطة إعطاء صمغ الجوار لمدة طويلة مع تأثير بسيط على مقاسات مابعد الأكل post-prandial. والأغذية الغنية فى عديد السكريات الذائبة من البقول لها مفعولها الجيد أيضاً ولو أن الأغذية عالية النشا لها مفعول مماثل. وعندما يوضع مرضى البول السكرى على أغذية منخفضة الدهن وعالية الكربوايدرات فإن إضافة صمغ الجوار لم يساهم جوهرياً فى فقد الوزن أو ضبط المرض. وهذا ليس معناه بالضرورة أن عديد السكريات اللزجة ليست مؤثرة ولكن عندما تؤخذ صموغ الأغذية بحرية *ad libetum* فإن فعلها الأساسى قد يكون لتسهيل تناول غذاء منخفض الدهن عالى الطاقة وتحقيق خفض الوزن.

إرتفاع الكوليسترول فى الدم hypercholestrolaemia

دراسات الوبائيات epidemiological أظهرت إرتباطاً عكسياً بين تناول النشا أو معقدات الكربوايدرات وخطر الموت من مرض الشريان التاجى coronary بالرغم من أن تناول عال من الكربوايدرات قد يحقق على حساب خفض تناول الدهون وهذا الأخير قد يكون هو العامل الفعال.

وعدد كبير من الدراسات أظهرت أن عديد السكريات اللزجة خاصة صمغ الجوار وردة الشوفان وهما غنيان فى الـ β-جليكانات تسبب خفضاً فى الكوليسترول الكلى والليبوبروتين منخفض الكثافة وكلاهما يرتبط بشدة مع الموت من مرض الشريان التاجى. ومعظم الدراسات قد أجريت على مدى وقت قصير ولكن دراستان حديثتان أظهرتا أن تأثيرات صمغ الجوار أو أغذية عالية فى البقول يمكن أن تستمر لمدة ١٢ شهر.

السمنة obesity

إن تناول صموغ الأغذية يكبح تناول الطاقة على فترة من ٨ - ١٢ أسبوع بفرض تناول جرعة عالية وعديد السكريات اللزجة قد تزيد من إخراج طاقة البراز.

إمتصاص المعادن mineral absorption

بعض صموغ الأغذية مثل البكتينات والألجينات تحتوى مجموعات فينولية ويورونية uronic والتى يمكن أن تعمل ككاتيونات مبادلة ضعيفة ويمكن أن تربط المعادن مثل الحديد والكالسيوم والخارصين وسواء أن تناول هذه المواد أو لا يؤدى إلى خفض فى حالات النقص يتوقف على الحالة المعدنية للشخص وتكوين بقية الغذاء.

الإمساك constipation

عديد السكريات التى تحتفظ بتركيبها الأولى بعد التعرض لبكتريا القولون تزيد من حجم البرَاز بينما تخمر عديد السكريات قد يكون مرتبطاً مع إسراع الإنتقال خلال القولون. وأحسن مُسَهِل عديد سكرى قد يكون هذا الذى قد تم تخمره جزئياً وبذا يسرع وقت النقل بينما يحتفظ بقدر من تركيبه الأول لزيادة حجم البراز.

وصموغ الأغذية من الاسباجولا ispaghula وكربوكسى ميثيل سيليولوز يمكن أن تنفع مع إمساك متوسط إلى خفيف فهى تنشط دفع القولون colonic propulsion وتجعل البراز أطرى وأكبر وأسهل فى الإخراج. والأشكال الأخرى الشديدة من الإمساك قد تكون أكثر مقاومة لفعل مُسَّهِلات الحجم عديدة السكر.

دور صمغ الجوار الغذائى nutritional role of guar gum

صمغ الجوار هو عديد السكر فى البقل *Cyamopsis tetragonolobus* وهو صمغ بوليمر مستقيم أو غير متساوى الأبعاد anisodimensional مع وزن جزيئى حوالى ٢٢٠٠٠٠ وهو عبارة عن سلاسل طويلة من وحدات β-١، ٤-د-مانوز مع حوالى كل ٢ وحدة مانوز متصلة ب د-جالاكتوز خلال إرتباط α-١، ٦.

وهو مسحوق أبيض عديم الطعم يكون جلاً لزجاً عند خلطه بالماء وتعتمد لزوجة المحلول على

طول سلسلة الجالاكتومانان والحلمأة بحمض قوى يقلل أو يلغى اللزوجة.

والتجارب فى الأنبوبة وفى الجسم الحى *in vitro* & *in vivo* تقترح أنه بالرغم من أن لزوجة الجوار قد تنقص بعض الشيء خلال المرور فى المعدة فإن صمغ الجوار يحتفظ بلزوجة فى الأمعاء الصغيرة أحسن من الصموغ الأخرى مثل صمغ الخروب أو صمغ الزانثان. ونقطة هامة أخرى هى أن محاليل صمغ الجوار هى شبه لدنة pseudoplastic فى طبيعتها أى أنها تتوقف على معدل القص/الجز shear المستخدم. فمعدل قص/جز عال والمنتج مثلاً بإنسياب سائل سريع خلال أنبوبة ينتج عنه خفض كبير فى حالة اللزوجة وهذا هام بالنسبة لقياس اللزوجة لأنه إذا تم مع معدلات قص/جز shear عالية قد لايتعلق بما يحدث فى القناة المعدية-المعوية حيث معدل القص/الجز منخفض.

النشاط الفسيولوجى physiological actions

أهم التأثيرات الفسيولوجية للجوار تتضمن مقدرته على خفض مستويات جلوكوز الدم والكوليسترول.

الإنتقال المعدى المعـــــوى

gastrointestinal transit

نظراً للزوجة فإن صمغ الجوار يخفض معدل إفراغ المعدة gastric emptying وكذلك النقل خلال الأمعاء الصغيرة مما يؤدى إلى إنتقال أطول من الفم إلى الشرج. ومعدل منخفض للتفريغ المعدى قد يكون جزئياً طريقة لتأثير الجوار فى خفض جلوكوز الدم ولكن درجة خفض جلوكوز الدم بواسطة الجوار ليست دائما متصلة بتأخير التفريغ المعوى.

والصموغ – وهى عديد سكريات غير نشوية –تميل إلى إنقاص زمن إنتقال فم إلى الشرج anus مما يرجع إلى تأثير حجمى برازى faecal bulking effect ولكن لأن الجوار يتم هدمه كلياً بواسطة بكتيريا القولون فإن له تأثيرات أصغر كثيراً على زيادة حجم البراز ونقص زمن الإنتقال من الفم إلى الشرج anus عن عديد السكريات غير النشوية غير المتخمرة مثل ردة القمح.

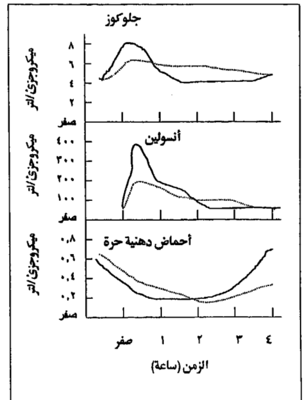
هضم وإمتصاص المغذيات

digestion & absorption of nutrients

الكربوايدرات carbohydrates: التأثيرات العامة للجوار على إمتصاص الكربوايدرات هى خفض معدل وتغيير الموقع البعيد to shift distal site وتزيد من وقت الإمتصاص. وصمغ الجوار يقلل من معدل إمتصاص الجلوكوز من أمعاء الإنسان وهو لكى يقلل من الامتصاص فإنه لابد أن يخلط جيداً مع الغذاء وتناول الجوار قبل أو بعد الوجبات مباشرة ليس له تأثير على إستجابة جلوكوز الدم بعد الأكل post-prandial.

والجوار يؤثر على هضم النشا بإنقاص نشاط الأميلاز وإنقاص معدل إمتصاص منتجات الهضم. والإمتصاص البطىء يبطىء من معدلات إرتفاع وقمم جلوكوز الدم والأنسولين وعديد البتيد المثبط المَعِدِى gastric inhibitory polypeptide بعد الوجبات. وطول مدة الإمتصاص وإستجابة الأنسولين المُخَفَض تمنع الخفض السريع وزيادة سكر الدم تنقص عن

المطلـــوب undershoot of blood sugar والـذى يحـدث بعـد ٢ - ٤ سـاعات بعـد تنـاول الجلوكوز. وعادة فإن زيـادة جلوكـوز الـدم التـى تنقص عن المطلوب undershoot of blood glucose ينشط إستجابة تنظيم مضاد -counter regulatory response مما ينتج عنه إرتفاع فى الأحماض الدهنية الحـرة للسـيرم والعـودة إلى مستوى جلوكوز الدم المنخفض نحو الصيام ويمنع زيادة جلوكـوز الدم undershoot in blood glucose فـإن الجـوار يطيـل كبـح الأحمـــاض الدهنيـة الحـرة ويحسـن إحتمـال tolerance الكربوايدرات فى وجبه مقبلة.



صورة (٤): التأثير الفرضى لـ ٥٠جم جلوكوز بـالفم مع أو بدون ١٤,٥ جم جوار على إستجابات جلوكوز الـدم والأنسولين والأحماض الدهنيـة الحـرة فـى أشخاص ذوى صحة جيدة.

البروتين protein : الجـوار يخفـض مـن معـدلات الإمتصاص مـن أكياس الأمعاء القلوية everted gut sacs فى الزجاج *in vitro* ويفترض أن لـه تأثيرات مماثلة علـى هضم البروتين وإمتصاصه فى الجسم *in vivo* والتى هى مماثلة لتلك الخاصـة بـالكربوايدرات. والجـوار مثلـه مثـل بقيـة عديـد السـكريات غير النشوية يسبب زيـادة صغيرة فـى نتروجين البراز والذى أُوّل على أنه إمتصاص سىء malabsorption للبروتين. ومع ذلك فإن زيـادة نتروجين البراز قد يعنى زيادة فى بروتين بكتيريا البراز المخلق من نتروجين اليوريا البـولى. والجـوار مـادة تفاعل لتخمر بكتيريا القولـون والـذى يعطـى طاقـة لنمـو بكتريـا القولـون والتـى بدورهـا تنشـط تخليق بروتين البكتيريا. وبكتيريا القولـون يمكـن أن تنتج بروتينها الخـاص مـن اليوريا والـذى ينتشر فى القولـون مـن الـدم. وهنـاك بعض الدلائـل علـى أن زيادة تخمر القولون ينتج عنه خفض فى مستويات يوريا الدم والبول.

الدهن fat : تأثيرات الجوار علـى إمتصاص الدهـن غير مفهومـة تمامـاً. عـادة الجليسـريدات الثلاثيـة الغذائية تمتص فى مخـاط خلايا الأمعاء كأحمـاض دهنيـة وجليسـريدات أحاديـة ومعظمـها يعـاد إلى جليسـريدات ثلاثيـة حيـث يستعمل معظمـها فـى تخليـق نقيطـات الدهـن اللنفـى/دقـائق كيلوسـية chylomicrons والأخيرة تنقل فـى الليمفاويـات lympholics حيـث تصـل إلى الـدم المحيطـى بدون المرور خلال الكبد. ومع ذلـك فإن نسبة من الدهن معظمها جليسريدات ثلاثية قصيرة ومتوسطة

تمتص مباشرة فى الوريد البابـــــى portal vein وتنقل مباشرة إلى الكبد. والبعض يعتقد أن الجـوار يخفض معدل إمتصاص الدهن والبعض الآخر يعتقد أنـــه يشـــجع مســـتويات أو نقيطـــات الدهـــن اللنفى/دقائق كيلوسية chil:microns بعد وجبة دسمة (دهنية). والأخير قد يشرح بأن الجـوار هـو عامل إستحلاب ويعمل على تعزيز تكويـن تجمـع غـروى لجزيئـات/مُذَيَلـة micelle فـى الأمعـاء الصغيرة. وقـد أقـترح أن تعزيـز تجمـع غـروى فـى جزيئات/مُذَيَلة micelle ينتج عنه زيادة فى نسبة دهـن الغــذاء يتـم إمتصاصـها كنقيطـات الدهـن اللنفـى/دقـائق كيلوسـية chylomicrons خـلال الليمفاويات بدلاً من خلال الوريد البابى portal vein.

والجوار ينتج زيادة صغيرة جداً (١-٢جم/يوم) فـى دهـن الـبراز والتـى ربمـا كـانت فسـيولوجيا غـير جوهرية ولكن له تأثيرات أكـبر علـى سـتيرويدات الـبراز وقـد يزيـد مـن إفـراز حمـض الصفـراء والكوليسترول بنسبة ٥٠ – ١٠٠٪ ولكن هذا لايكفى لتفسير مباشر لخفـض الجـوار لكوليسـترول السـيرم. وعامل التنحية sequestering لحمـض الصفـراء الكوليسترول-تيرامين يسبب نفس الإنخفاض فـى كوليسترول السيرم مثل الجوار ولكنه يزيـد مـن إفـراز الستيرويد البرازى إلى ٥-١٠ أمثال. ومع ذلـك فإن تخمر الجوار يمكن أن يخفض جـ القولون ويعدل أيض البكتريا لحمض الصفراء. وهـذا قـد يغير مـن نسبة أحماض الصفراء الأولية إلى الثانوية وبذا يؤثر على أيض حمض الصفراء والكوليسترول.

الفيتامينات والمعـــادن vitamins & minerals:
ليـس هنـاك أدلـة علـى أن الجــوار يؤثـر علـى الفيتامينات ولكن هناك بعض الإهتمام فيما يخص نقص المعـادن فى الزجاج *in vitro* فى دراسات المدى القصير أظهر أنه يزيد من فقد المعادن مثل الكالسيوم والحديد. ولكن عديد السكر غير النشا غير الذائب مثل ردة القمح له تأثير أكـبر عـن عديـد السكر غير النشا الذائب مثل الجـوار. وكـلا عديـد السكر غير النشا الذائب وغير الذائب يزيد من حمـل المعادن الداخلة إلى القولـون وعديـد السـكر غـير النشا الذائب بما فيها الجـوار تكسر بواسطة بكتيريا القولـون مطلقـة المعـادن المرتبطـة مـع إحتمـال إمتصاصها من القولون. ولكن عديد السكر غير النشا غير الذائب تميل إلى أن تكون مقاومة أكثر للتخمر ولاتطلق المعادن المرتبطة فى القولون. بجـانب أن الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة المنتجة بالتخمر قـد تعـزز إمتصـاص المعـادن مـن القولـون وعلـى المدى الطويل (٦ – ١٢ شهر) فلم يظهر أى إنسان نقـص فـى الفيتامينـات أو المعـادن مـن الذيـن يأخذون ١٥ – ٢٥ جم فى اليوم.

فسيولوجيا القولون colon physiology

التخمر فى الأمعاء gut فى القولـون ينتـج غـازات وأحماض دهنية قصيرة السلسلة وخلات وبروبيونـات وبيوترات. والغازات تنتج تَطَبُّل البطن flatulence وفـى بعض الأحيان إنتفاخ البطن abdominal bloating وآلام. وهـذه هـى التأثـيرات الجانبيـة للمعاملـة بـالجوار الأساسية. والأحمـاض الدهنيـة قصيرة السلسلة تنشط إمتصاص المعادن وتخفض من

جيد محتويات القولون وبذا تغير من حمض الصفراء القولونـي وأيـض النـتروجين. وتمتـص خـلات وبروبيونات القولون وقد تؤثر على جلوكوز الـدم وأيض الدهـن. إما الخلات فهي تخفض مستويات الأحماض الدهنية الحرة فى السيرم وهذه قد تؤثر على حساسية الأنسولين المحيطي وبالإضافة فإن الخلات قد تكون مادة تفاعل لتخليق الدهن فى الكبد. ومع ذلك فإن تخمر الجوار يظهر أنه ينتج عنـه نسبة كبيرة غير عاديـة مـن البروبيونـات. والبروبيونات تثبط إستخدام الخلات بواسطة الكبد وقد اقترح أنه يساهم فى تأثير خفض الكوليسترول لعديد السكر غير النشوى الذائب.

وتخمر القولون قـد أقـترح أنـه يحمـى ضد تطـور سرطان القولون.

دور الجوار فى الأغذية منخفضة الدهن

الجـوار ينقـص مـن مسـتويات سـيرم كوليسـترول الليبوبروتـين منخفـض الكثافـــة (ل.خ.ك) serum L-D-L cholesterol levels فـى الأشخـــاص العـاديين ومرضـى البـول السـكرى ومرضى فرط دهن الدم hyperlipidaemic بدون تغيير مستويات (ل.ع.ك HDL) الليبوبروتين عـالى الكثافة. وتأثير الجوار علـى مستوى الكوليسـترول الكلـى هـو تقريبـاً مكـافىء لذلـك الخـاص بالكوليستيرامين cholestyramine.

الإضافة للأغذية

إنخفاض الإستساغة ليس عائقاً فـى سـبيل أغذيـة الجوار ونسبة كبيرة مـن الجـوار تعطى قواماً صمغياً للغذاء. وخبز الجوار أثقل من الخبز العادى ولكن كثيراً مـن النـاس يميلـون للخـبز الثقيـل ويمكـن تحسين القوام بإضافة جلوتين زيادة. وخبز الجوار يحتفظ بالرطوبة أحسن ولـه عمـر رف أطـول عـن الخبز العادى أما العجائن الغذائية المصنوعة وبها جوار فلايمكن فصلها عن العجائن الغذائية العادية. أما جوار خبز الكريسـب (القَصِف) crisp bread فقد وجد مستساغاً وعندمـا أستخدم بواسطة مرضى البول السكرى على مدة أكثر من سنة لم يذكر أى شكوى. والمشكلة هى إعتباره دواءاً أو غذاءاً. والقريصات الصغيرة أو حبيبات الجـوار يجـب أن تؤخـذ مخلوطة بكميـة كبـيرة مـن السـائل لتسـمح للإماهـة hydration أن تحـدث لأن الإعاقـة فـى المرىء خطرة بسبب الألبان المميأة جزئياً.
(Macrae)

صَنَعَ

تصنيع

ممارسة التصنيع الجيد (م.ص.ج)
good manufacturing practice (GMP)

حورت إشادات "ممارسة التصنيع الجيد good manufacturing practice" الموضوعة أصـلاً للأدوية لإستخدام الإنسان ووجـهت أساسـاً لأمـان الأغذيـة. وهـذا ينطبـق فـى تحديـد مـاإذا كـانت التسهيلات والطرق والمعاملة والتعبئة أو الإحتفـاظ بالغذاء تنطبق مع أو أن هذه تجرى أو تـدار فـى حدود "ممارسة التصنيع الجيد" لضمان أن الغذاء لإستهلاك الإنسان مأمون وحُضِّرَ وعُبِّىء وأحْتُفِظَ به تحت ظروف صحية sanitary.

ويتبع ذلك أيضاً طرق لضمان أمان الأغذية من بينها برنامج تحليل الخطر ونقاط الضبط الحرجة (ح.خ.ن.ض.ح) hazard analysis and critical control point program (HACCP) وهذه التقنيات توفر طرقاً لتطبيق المعلومات الحديثة عن بيئة الكائنات الدقيقة فى الأغذية بطرق منظمة لضمان أنه ليس هناك أى شيء قد تم التغاضى عنه وأن خطر الإشابة بواسطة الكائنات الدقيقة قد قُلِّلَ إلى أقل حد. حيث أن بروجرام ح.خ.ن.ض.ح HACCP يشمل تقدير المخاطر الممكنة ويصف الحد من المخاطر التى يمكن تجنبها ويضع حدوداً لايمكن تخطيها للمخاطرالتى لايمكن تجنبها فى معاملة الغذاء. وهى تعرف طرق الضبط المناسبة والإختبارات التى ستجرى وقرينة تقبل الغذاء. وهى تعطى طريقة معقولة منظمة وموثقة يمكن إستخدامها فى تنظيم وتحقيق بروجرام ضمان قيمة الجودة.

على أن ممارسة التصنيع الجيد (م.ص.ح GMP) لاتشمل فقط أمان الغذاء ولكن أيضاً - كجزء من نظام ضمان الجودة quality assurance - تطبيق مواصفات المنتج product specifications. ومواصفات المنتج عادة هى وصف للمتطلبات التى يجب للمنتج أن يخضع لها، فكل صناعة لها متطلباتها فى وصف الخصائص الآتية لمنتجاتها: الإسم، وصف المنتج ، الخواص الخاصة specific properties، الخواص الحسية، المعالم الكيماوية، البيانات الفيزيقية، معالم الكائنات الدقيقة، عمر الرف، ظروف التخزين، التعبئة والروشمة، التداول/المناولة handling، طرق أخذ العينات والإختبارات المناسبة.

ومن وجهة نظر الشركة، المواصفات يمكن أن يكون لها وظيفة داخلية أو خارجية، فالداخلية تشمل مقاييس الشراء وضبط البضاعة الواردة وتسجيل المعلومات فى طريقة مصنفة وسهل الوصول إليها. بينما تشمل الوظيفة الخارجية مقاييس البيع وطرق أخذ العينات وضبط الجودة بالنسبة للناتج النهائى. وهى تسهل الإتصالات الوظيفية بين الشركات ويمكن أن تعمل كأساس لمقارنة النتائج. وقد أدى هذا إلى تطور نظام مقاييس الجودة وإلى دلائل تكمل متطلبات المنتج المناسب المعطاة فى المواصفات التقنية.

وسلسلة المعايير التى وضعتها منظمة المعايير/المقاييس العالمية (ن.ع.ع ISO) International Standards Organization (ن.ع.ع ٩٠٠٠، ن.ع.ع ٩٠٠٢، ن.ع.ع ٩٠٠٤) تتضمن مايلزم تطبيقه بطريقة كافية تحت ظروف صناعة الأغذية. وكثير من شركات صناعة الأغذية لها كتيبات ضمان جودة أو كتيب جودة quality manual والذى هو عون للصانع المنتج (مثل تخفيض الثمن، والمساعدة فى تحديد المسئولية بالنسبة للمنتج أو تحسين التنافس) ولكنه ذو نفع أيضاً للمستهلك حيث سيلاحظ ذلك فى مستوى عالٍ للجودة فى الناتج الذى يحافظ عليه بواسطة تطبيق نظام ضمان جودة متكامل وموثق.

ممارسة العمل المعملى الجيد، الإنجاز فى معمل الأغذية good laboratory practice, implementation in the food laboratory

النتائج غير الصحيحة من المعمل قد يكون لها تبعات صحية خطيرة أو تبعات إقتصادية بالنسبة

كناتج غذائى غير مناسب قد أجيز كمناسب أو أن رفضاً غير ضرورى قد تم بالنسبة لغذاء مقبول. ولضمان نتائج تحليلية موثوق بها وتجنب الأخطاء فإن المعامل يجب أن تضبط وتحسن جودة العمل المعملى. فكتيب الجودة، والذى يحتوى على نصيحة عامة لـ "ضمان الجودة quality assurance" يجب أن يضاف إليها قواعد مفصلة أكثر لكل معمل شخصى. وعلى ذلك فيوصى بأن كل معمل يحضر توجيهات ضمان الجودة فى كتيب الجودة كمضاف للأسس العامة. وكتيب الجودة شخصى/فردى ولذا فهو يختلف من معمل إلى آخر، وبالتالى فإن كل معمل يحتاج لتحضير كتيبه الخاص. وعموماً فالنقاط الآتية مهمة فى كل حالة:

١- المتطلبات المطلوبة من المعمل: الموظفون (الإدارة، الخبراء، الكيماويون، الفيزيقيون، المشتغلون بالكائنات الدقيقة وغيرهم)؛ المبنى (نوع ومدى النشاطات)؛ الأجهزة (أدوات المعمل، التجهيزات وغيرها)؛ الأدوات الزجاجية وتجهيزات اللدائن؛ الكيماويات والغازات والمذيبات.

٢- أخذ العينات: أخذ العينات ومن يأخذها (ليس من الضرورى أن يكونوا جزءاً من المعمل).

٣- إستلام العينات فى المعمل: إعلام وحفظ السجلات؛ تخزين العينات قبل وبعد التحليل.

٤- تحضير العينة.

٥- إختيار الطرق للتحليل.

طريقة التعريف (النوع I) تحدد قيمة يمكن الوصول إليها فقط فى حدود الطريقة نفسها *per se* وتخدم لأغراض المعايرة.

طريقة المرجع (النوع II) وهى تُعَيَن حيث لاتطبق طرق نوع I ويجب إختيارها من طرق نوع III، ويجب أن يوصى بإستخدامها فى حالة التنازع لأغراض المعايرة.

طريقة مبادلة موافق عليها (النوع III) وهى تقابل المتطلب من لجنة دستور الأغذية Codex Committee عن طرق التحليل وأخذ العينات للطرق التى قد تستخدم لأغراض الضبط control والفحص والتنظيم.

طريقة تجريبية (النوع IV) وهى التى إستخدمت تقليدياً أو أدخلت حديثاً ويمكن قياسها المطلوب للقبول بواسطة لجنة دستور الأغذية لطرق التحليل وأخذ العينات لم يتم تحديدها بعد.

٦- التوثيق وإعطاء التقارير والتسجيل: مسجل المعمل؛ التوثيق المعملى؛ إستخدام الحاسوبات ومعاملة البيانات اليكترونياً؛ وصف الطرق.

٧- ضمان الجودة لنتائج التحاليل: قرينة القبول لتقدير النتائج التحليلية؛ المواد القياسية؛ مواد المرجع لإختبارات الإستعادة؛ التقديرات المتكررة؛ المعايرة المتبادلة intercalibration والإختبارات المتعاونة collaborative tests؛ خرائط الضبط/المتحكم control charts.

وقَصْد كتيب الجودة هو تزويد مسح عام للعوامل التى تؤثر على موثوقية التحاليل فى معامل الأغذية ويرجى أن تحقيق ممارسة المعمل الجيد والدلائل الموجودة فى الكتيب يكون لها قيمة لكل فئات المشتغلين العاملين فى المعمل وأنها ستلهم تخليق أنظمة ضمان جودة تعمل بكفاءة لعمل المعمل فى شركات الأغذية. (Macrae)

pine صنوبر

الإسم العلمى *Pinus* sp.

إسم العائلة/ الفصيلة: صَنَوْبَريات Coniferae

الصنوبر يزرع للخشب وللتزيين وتؤكل بذوره فى لبنان مع الطعام والحلوى وهو أنواع كثيرة. ونقل الصنوبر ويعرف بأسماء pine والنقل الهندى وبينونات pinons وبيجنوليات pignolias. والنقل nut هى فى الواقع بذرة نوع من الصنوبر *Pinus* وكلها تقريباً تنتمى إلى مجموعة من صنوبر طرى soft أو أبيض white وأقربائها. وهذه الأنواع أشجار خضراء دائمة مخروطيات coniferous ومخروطاتها cones خشبية طرية لها حراشيف قليلة وبذرتان كبيرتان فى كل حرشف scale ينقصها جناح والحبة kernel تتكون من نسيج السويداء endosperm يحتوى مادة الغذاء المخزن والجنين الذى يتطور والقشرة shell المحيطة بها هى القصرة testa ويجب إزالتها لأكل الحبة.

المصادر sources

يحصل على حبوب نُقل الصنوبر من أشجار الغابة البرية فالبينون يؤخذ من غابات فى جنوب غرب الولايات المتحدة والمكسيك ولكن شجرة البيجنوليا الإيطالية زرعت فى منطقة البحر الأبيض المتوسط منذ عدة قرون. ومعظم أنواع الصنوبر تنمو فى مناطق جبلية (الجدول ١). ومحصول الصنوبر جزء من إنتاج النقل المزروع مثل البيكان pecan والماكاداميا macademia والجوز walnut والبندق filbert.

الجدول "١" مصادر حبوب الصنوبر وتوزيعها

المجموعة	الإسم العلمى	التوزيع
صنوبر بينون	*Pinus edulis*	جنوب غرب الولايات المتحدة والمكسيك
	P. monophylla	
	P. quodrifolia	
	P. maximartinezii	المكسيك
	P. cembroides	
صنوبريات حجرية		
إيطالى (بيجنوليا)–مثمر	*P. pinea*	حوض البحر الأبيض المتوسط وتركيا ولبنان
يابانى	*P. pumila*	شمال شرقى آسيا – سيبيريا إلى كوريا واليابان
كورى	*P. koraiensis*	كوريا وشرقى سيبيريا واليابان
سيبيرى – سنبرا القزمى	*P. siberica*	غرب روسيا إلى سيبيريا ومنجوليا
سويسرى – سنبرا	*P. cembra*	جبال الألب وجبال كارباثيان
صنوبر تشيلجوزا	*P. gerandiana*	شرق أفغانستان إلى شمال الهند وباكستان
صنوبر الشرق الأوسط		
صنوبر حلبى	*P. halepensis*	صنوبر حلب/القدس
صنوبر بحرى	*P. maritima*	مزروع فى غابة بيروت

(الشهابى ، Macrae)

والمحصول عادة غير منتظم ولكن يكثر كل ٥ سنوات تقريباً. والحصاد يستخدم العمال فتقطع المخاريط الخضراء وتجفف فى الشمس حتى تنتفخ وتطلق البذور أو أن البذور تجمع من تحت الأشجار.

التخزين والتحضير storage & preparation

بعد الحصاد يحتفظ بالنقل فى قشره unshelled فى مكان جاف بارد ومهوى فى أكياس ورق أو قماش. وقد تعمل التانينات فى القشرة وغطاء البذور كعوامل مضادة للتأكسد لحفظ الدهن. والحبوب الطازجة قد ينمو عليها الفطر وتتزنخ ولكن بعد التجفيف فإنه يمكن حفظها لمدة ٣ سنوات وعندما تكون طازجة يمكن تجميدها.

وإزالة القشرة يمكن أن تجرى منزلياً بسحق خفيف للنُقل على قماش بواسطة أسطوانة. والتى لها قشرة رفيعة - نقل الورقة الواحدة - يمكن إزالتها باليد. أما البينون الكولورادى والصنوبر الحجرى والبيجنوليا فيجب كسرها ميكانيكياً لإزالة الحبة. ولو أن الحبة يمكن أكلها خام فإن التحميص واجب لإعطاء الحبة كامل نكهتها وقد تحمص فى القشرة أو بدونها ويتوقف الوقت على ثخانة القشرة وعلى محتوى الرطوبة.

التكوين والقيمة الغذائية
composition & nutritional values

الجدول (٢) يعطى القيمة الغذائية للصنوبر وبعض أنواع النقل للمقارنة.

جدول "٢" التكوين والقيمة الغذائية للصنوبر وبعض أنواع النقل.

نوع النقل		بروتين ٪	دهن ٪	كربوايدرات ٪
بينون كولورادو	*Pinus edulus*	١٤	٦٢ - ٧١	١٨
بينون الورقة الواحدة	*P. monophylla*	١٠	٢٣	٥٤
بينون مكسيكى	*P. cambroides*	١٩	٦٠	١٤
بينون بارى	*P. xquadrifolia*	١١	٣٧	٤٤
صنوبر أشيب	*P. sabrniana*	٣٠	٦٠	٩
صنوبر بيجنوليا	*P. pinea*	٣٤	٤٨	٧
صنوبر مجرى سيبيرى	*P. sibirica*	١٩	٥١ - ٧٥	١٢
صنوبر تشيلجوزا	*P. gerardiana*	١٤	٥١	٢٣
بيكان	*Carya illinoensis*	١٠	٧٣	١١
الفول السودانى	*Arachis hypogea*	٢٦	٣٩	٢٤
جوز انجليزى	*Juglans regia*	١٥	٦٨	١٢
اللوز	*Prunus dulcis*	٢١	٥٤	٧
نقل البرازيل	*Bertholletia excelsa*	١٦	٦٩	٨

قيمة الطاقة: ١٠٠ جم = ٥٥٦ كيلو سعر.

الهدر refuse & wastage

بنون pinons له نسبة صغيرة من فقد وهدر القشرة إذا قورن بأنواع النقل الأخرى فتتراوح سماكة/ ثخانة القشرة من ٣٠ - ٣٥٪ بينما صنوبر كولورادو فله قشرة سميكة وتبلغ نسبة الفقد ٤٢٪ وبيجنوليا البحر الأبيض له قشرة سميكة يجب إزالتها قبل بيعه. والبينون تبلغ نسبة الحبة به ٥٨-٧٠٪ من الجزء المأكلة.

بروتين protein

نسبة البروتين تبلغ ١٥٪ للبينون، ٣٤٪ للبيجنوليا الذى أظهرت دراسة فى يوغوسلافيا أن البيجنوليا أغنى فى البروتين عن الخنزير والأوز. وبروتين الحبة له هضمية مثل لحم البقر وأحسن كثيراً من أنواع النقل الأخرى. وحبة نقل الكولورادى وحبة الورقة الواحدة غنيان فى التربتوفان والسيستين.

الدهن fat

متوسط حبة البينون حوالى ٦٠٪ من المواد الدهنية والبيجنوليا فى يوغوسلافيا تحتوى ٤٨٪ دهن وهو أعلا من دهن الخنزير (٣٧٪) ولحم الأوز (٤٤٪). والصنوبر الحجرى السيبيرى غنى فى الدهن الذى يعامل تجارياً لإنتاج زيت طبيخ. ودهن البينون خاصة الكولورادى وصنوبر الورقة الواحدة يحتوى على أحماض أولييك ولينولييك ولينولينيك. وحمض اللينولييك فى حبوب بيجنوليا من منطقة البحر الأبيض تحتوى حتى ٥٠٪ حمض لينولييك. وتبلغ نسبة الدهن فى المتوسط ٤٦,٤ جم منها ٦,١٢ جم مشبعة.

الكربوايدرات carbohydrates

حبة البينون من صنوبر الكولورادو تحتوى ١٩٪ كربوايدرات ولكن هذا يمكن أن يرتفع إلى ٥٤٪ فى صنوبر الورقة الواحدة. وفى صنوبر بارى فهذه النسبة تبلغ ٤٤٪.

مواد أخرى other substances

حبوب الصنوبر غنية جدا فى الفسفور (٦٠٤٠ مجم/ كجم) فهى مشابهة لفول الصويا وفى الحديد (٥٣ مجم/كجم) وبها نسب جوهرية من فيتامين أ والثيامين والريبوفلافين والنياسين.

الإستخدامات uses

فى السابق كانت حبوب الصنوبر مادة أساسية فى الغذاء وكانت مادة بقاء subsistence ولكنها تحمص الآن وتستخدم فى الشوربة والصلصة وصلصة السلطات ومع السمك وفى مخاليط مع اللحم المطبوخ ومع الأرز. وهى تصلح مع الكيك والبودنج والبسكويت والجيلاتى وفى عقبة الفواكه وسلطات الخضر وتصلح فى أغذية الطوارىء أو الأكلات الخفيفة. (الشهابى ، Macrae)

والأسماء: بالفرنسية pin (m)، بالألمانية die Fichte, Kiefer, Föhre, Pinie

الصوت فى حفظ الأغذية
sound in food preservation

الصوت ذو الكثافة العالية high-intensity يستخدم أساساً فى ترددات صوتية (< ١٨ كيلو هرتز <18 kHz) أو فوق صوتية (≥ ١٨ كيلو هرتز).

(أ) الإنتشار والتخفيف/التوهين فى الوسط propagation and attenuation into the medium

يشمل الصوت إنتشار ونقل طاقة الذبذبة vibrational energy إلى أعلا من الحدود العليا للصوت المسموع. فالذبذبات فوق الصوتية تمر خلال جسم كنظام من موجات طاقة نابضة pulsating تنتشر بواسطة مناطق إنضغاط-تمدد متبادلة. وعندما تنتشر موجة خلال وسط مسترخى فإن قيمة الذروة amplitude تنخفض أو تخف وتُفْقَد طاقة الصوت. والتخفيف فوق الضوتى مقياس لقيمة الذروة المتسببة لموجة عند مكانين فى الفراغ. وعندما تمر خلال سائل فإنها تسبب الظاهرة المعروفة بالتجويف cavitation. وهذا يشمل تكوين فقاعات صغيرة جداً أو فراغات فى السائل. وإنهيار هذه التجويفات هو المسئول عن خلق ضغوط تبلغ عدة مئات ضغوط جوية. وهذا التجويف يحدث عند تردد عال أو عند قيمة ذروة amplitude منخفض جداً. والموجات فوق الصوتية الممتصة فى سائل تتوقف على اللزوجة والتوصيل الحرارى والإسترخاء relaxation الحرارى.

وينتج عن المعاملة فوق الصوتية ultrasonication إرتفاع فى درجة الحرارة (٥ - ٦°م) خاصة مع تركيزات السكر العالية. وعتبة التجويف تتوقف على: (أ) محتوى الغاز المذاب. (ب) الضغط الأيدروستاتى. (ج) الحرارة النوعية لفقاعة الغاز. (د) مقاومة الشد tensile strength للسائل. (هـ) درجة الحرارة.

(ب) تأثير فوق الصوت

١- التأثير على الكائنات الدقيقة

مدة المعاملة اللازمة لإنقاص الكائنات الدقيقة تتوقف على المادة والوسط فتستخدم فى معالجة البكتيريا فى فلم اللبن على سطوح معدنية بإستخدام ٨٠ كيلو هرتز. وتنتقل الموجات بكفاءة على السطوح المسطحة فى حين السطوح الوعرة irregular تعكس أو تكسر الموجات مكونة موجات ساكنة وهذا ينقص التجويف كثيراً.

طريقة العمل: إضطراب الخلايا بواسطة التيارات فوق الصوتية الشديدة جداً هو السبب الرئيسى المميت للكائنات الدقيقة عن طريق: أ) قوى فيزيقية أكثر منه عن طريق قوى كيماوية. ب) تأثير حرارى راجع لبقع ذات درجة حرارة عالية. ولكن معظم المؤلفين يتفقون الآن أن التجويف هو التأثير الميكانيكى نظراً لأن الإختلافات الكبيرة فى الضغط هى المسئولة عن هدم خلايا البكتيريا. والبكتيريا قد تتحمل الضغط العالى ولكنها لاتستطيع تحمل الضغوط المتبادلة السريعة الناتجة عن التجويف.

٢- التأثير على الإنزيمات

يتوقف التأثير على الإنزيمات على: أ) الحقل فوق الصوتي. ب) التركيب الجزيئي للإنزيم. ج) طبيعة وضبط التصويت sonicating خاصة طبيعة الغاز المذاب. والتأثير المثبط عادة يتطلب مدد تشعيع طويلة ووجود الأكسجين، وينخفض إذا حل الأيدروجين محل الأكسجين أو إذا وجدت مضادات أكسدة.

وعند درجات حرارة منخفضة فالكاتالازات تقاوم فوق الصوت وانفرتاز الخميرة تقاوم إلى حد عند التركيزات المنخفضة وكذلك الببسين بينما الريبونيوكلياز لايثبط في وجود الأكسجين أو الأيدروجين وفي بعض الأحيان أمينوببتيناز السيرم كذلك. ولكن الليسوزيم وديهدروجيناز الكحول والهالورودينـاز وديـهدروجيناز اللاكتات وديهيدروجيناز المالات وعديد أكسيداز الفينول والأكسيدازات الأخرى حساسة بدرجة أكبر.

٣- تعزيز الطريقة والجودة
process and quality enhancement

يستخدم فوق الصوت في عمليات إزالة الغاز من السوائل، التجنيس، الخلط، الإستحلاب، التبلر وفي تفتيت اللحم والمشروبات الكحولية liquors والنبيذ كما أن القاطعات التي يساعدها فوق الصوت تستخدم في عمليات القطع للسرعة والنظافة وحِدَّة القطع. والتجنيس بفوق الصوت ينتج محاليلاً مُوَحَدة ذات جسيمات منخفضة الحجم.

والإنقباض الذى يتسبب عن الطاقة الصوتية يطلق كمية صغيرة من الماء وعلى ذلك فهجرة أحسن تحدث أثناء التجفيف الصوتي وإزالة الماء. ولو أن درجة الصوت تحدث إختلافات في الضغط منخفضة جداً ولكن تأثيرها قوى بسبب المعدل السريع لتذبذبات الضغط. وفي تجفيف الأغذية الصوت قد يخفض من طاقة إرتباط الماء water-binding ففي الجيلاتين والخميرة ومسحوق البرتقال فإن المعدلات قد تضاعف مرتين أو ثلاث. وفوق الصوت يحسن من العمليات التي تستخدم فيها الأغشية مثل الترشيح والترشيح فائق العلو والتناضج العكسي والنث dialysis.

العوامل المؤثرة على الانتشار المعزز صوتياً
factors affecting acoustically enhanced diffusion

١- درجة الحرارة: زاد معدل التجفيف ٢٠٪ للقمح الكامل عند تجفيفه على ٢١°م بينما نقص على ٩٤°م إلى ٦٪. كما وجدت نتائج متضاربة لتجفيف كعكة الخميرة عندما زادت هجرة الرطوبة بقدر ٨٠٪ عند ٢٥°م ، ٢٠٠٪ عند ٣٧°م وعلى ذلك فيمكن القول أن الصوت إما يزيد أو ينقص التأثير متوقفاً على النواتج والطرق.

٢- شدة التصويت/الصوتية: إسراع الإنتشار بالصوت هو دالة للشدة. والدالة غير ذات خط مستقيم non-linear، والتجويف الناتج بواسطة الصوت عالي الشدة يؤثر على الإنتشار خلال الأغشية سلبياً. وكما هو واضح من الصورة (١) فهناك قيمة عتبة شدة تحتها لايمكن مشاهدة تأثير الصوت على الإنتشار. وهذه العتبة في التجفيف الصوتي هي حوالي ١٣٠ - ١٤٥ ديسبل dB. وأعلا من العتبة فشدة مثلى يمكن ملاحظتها حيث تأثير الطاقة الصوتية على الإنتشار يكون في أعلاه. وفوق

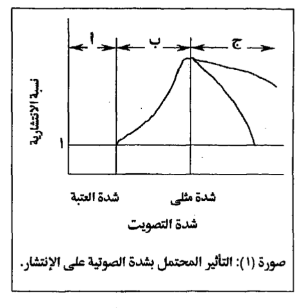
الأمثل فإن الإنتشار يعاق تبعا للإضطراب الشديد عند بين السطوح بواسطة التجويف الشديد.

٣- التردد الصوتى acoustic frequency: تأثير التردد غير واضح.

٤- إتجاه موجة الصوت: تأثير الصوت على الإنتشار فى أقصاه عندما يكون التكاثر فى نفس إتجاه الإنتشار وفى أقله عندما يكون التكاثر propagation فى عكس تدفق الإنتشار.

٥- نبض الموجة الصوتية palsation of acoustic wave: تختلف الآراء فى أن إستخدام موجات الصوت بطريقة مستمرة أو ذات نبضات (on-off) تزيد من الشدة أولا.

٦- خواص الوسط: التركيز واللزوجة والتخرم porosity قد تؤثر على الإنتشار فتأثير الصوت على التناضج يتوقف على التركيز.



صورة (١): التأثير المحتمل بشدة الصوتية على الإنتشار.

طرق التقنية الحيوية

biotechnological processes

إن المعاملة بالموجات فوق الصوتية قد يطلق بعض المركبات النافعة من الخلايا الحية مثل الإنزيمات الداخلية الخلوية فمثلا يطلق أكسيداز الجلوكوز من *Aspergillus* sp. بمعاملة بسيطة فوق صوتية وكذلك الصبغات الموجودة فى فجوة خلايا *Beta vulgaris* وهذا يرجع إلى أن التغير فى أغشية الخلية سمح بإطلاق الإنزيمات أو الأيضات.

الخصائص الوظيفية functional properties: المعاملة بفوق الصوت يؤدى إلى: (أ) إنخفاض عكسى فى لزوجة المحاليل المائية للنشا والصمغ العربى والجيلاتين وغيرها من الجزيئات الكبيرة. (ب) فك depolymerization النشا وتبلمر الدكسترانات إلى وزن جزيئى عال. (ج) تكسير حمض دى أكسى ريبونيوكلييك (د.ا.ر.ن) إلى أجزاء تحتفظ بنفس الهيئة.

والصوت عالى الشدة يؤثر على الخواص التركيبية للموائع/السوائل خاصة لزوجتها. الموائع النيوتونية تحتفظ بخصائصها النيوتونية ولكن الموائع التمددية dilatent والتى يسيل قوامها عكسيا بالرج thixotropic تميل إلى أن تتيبس أو تصبح أقل لزوجة كما أن الصوت عالى الشدة يسمح بتكسر البروتين وحلمأته وتخلل الخلايا البسيطة وقد يسمح بالإحتفاظ بالفيتامينات والمكونات الحساسة للحرارة.

إن متوسط مقاومة الشد tensile strength لأفلام الكيزينات المعاملة بفوق الصوت كانت ٢٢٤٪ أعلا من غير المعاملة وقد يرجع هذا إلى خفض فى حجم جسيم المحلول المكون للفلم مما يؤدى إلى زيادة التفاعل الجزيئى وينتج عنه فلم ذو جساءة أكبر وكذلك ذو إنضمام أكثر. كما استخدمت

الصوتية لتغيير مقاومة بروتينات لبن البقر وبيض الفراخ للتحلل البروتيوليتى. كذلك فإن الكيتوزان chitosan تهدم بصورة أسرع وعلى درجات حرارة أقل في محاليل مخففة عند المعاملة بفوق الصوت.

الصوتية الحرارية thermo-sonication

إن الصوتية مع درجات الحرارة العالية تثبط النشاط التحليلى للدهون وتزيل الشوائب البكتيرية تماماً من لبن الإنسان. فمعاملة الماء المقطر أو اللبن في نفس الوقت حرارياً وبفوق الصوت كان مؤثراً على جراثيم *Bacillus subtilis* (٢٠ كيلو هرتز، ١٥٠ وات)

الصوتية الحرارية

mano-thermo-sonication

الصوتية الحرارية أنقصت المقاومة الحرارية لـ *Bacillus subtilis* إلى حوالى ١/١٠ المقارن عند درجات حرارة ١٠٠ – ١١٢°م. كما أنها كانت مؤثرة مع الكائنات الدقيقة الأخرى مثل مكونات الجراثيم والخلايا الخضرية والخميرة. فإماتته الصوتية الحرارية كانت أعلا بمقدار ٦–٣٠ مرة عن المعاملة الحرارية عند نفس درجة الحرارة، وتوقف ذلك على الكائن الدقيق وذلك بالنسبة لـ *Aeromonas hytisophila*، *Saccharomyces cerevisiae*، *Bacillus coagulans*، و *B. stearothermophilus* وأن كفاءة الصوتية الحرارية توقفت على شدة فوق الصوت (زمن الصوتية وقيمة الذروة وخرْج/نتاج الآلة) ومدى الضغط، ويعتقد أن التأثير ليس اضافيا بل هو تآزرى synergistic.

ويعتقد أن كفاءة الصوتية الحرارية فى تثبيط الإنزيمات تتميز بـ : (أ) أنها مستقلة تقريبا عن القوة الأيونية في المدى صفر – ١. (ب) تزيد بزيادة جـ من ٥ – ٨ وأن مستوى الزيادة يتوقف على درجة الحرارة ونوع الإنزيم. (ج) ينعدم مع زيادة تركيز الإنزيم. (د) يزيد مع زيادة تركيز المواد الصلبة الذائبة. وتأثير التركيز يعود إلى زيادة شدة التجويف.

ويعتقد إن إرتباط مابين فوق الصوت والعوامل الأخرى مثل الحرارة والضغط لها فرصة أحسن في التطبيق.

(Rahman،

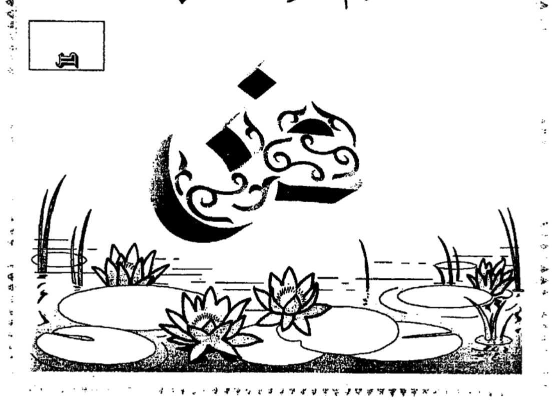
بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

ثَمَٰنِيَةَ أَزۡوَٰجٖۖ مِّنَ ٱلضَّأۡنِ ٱثۡنَيۡنِ وَمِنَ ٱلۡمَعۡزِ ٱثۡنَيۡنِۗ قُلۡ ءَآلذَّكَرَيۡنِ حَرَّمَ أَمِ ٱلۡأُنثَيَيۡنِ أَمَّا ٱشۡتَمَلَتۡ عَلَيۡهِ أَرۡحَامُ ٱلۡأُنثَيَيۡنِۖ نَبِّـُٔونِي بِعِلۡمٍ إِن كُنتُمۡ صَٰدِقِينَ ﴿١٤٣﴾

الأنعام

وَخُذۡ بِيَدِكَ ضِغۡثٗا فَٱضۡرِب بِّهِۦ وَلَا تَحۡنَثۡۗ إِنَّا وَجَدۡنَٰهُ صَابِرٗاۚ نِّعۡمَ ٱلۡعَبۡدُ إِنَّهُۥٓ أَوَّابٞ ﴿٤٤﴾

ص



الضأن ovine race/sheep/mutton

أنظر: خروف

الضَّب uromasatix, luromastix

الفصيلة/العائلة: الحُبِّينات Les agamidées

حيوان برى يعيش فى الصحارى ويهاجم الدواب، ويحب التمر، ولحمه مأكلة ويحرص سكان الصحراء على صيده وأكله لأنه لاياكل الهوام ويعيش على العشب والجراد.

وأكل لحم الضَّب فيه إختلاف بين الفقهاء فالحنفية والإمامية حرموه والزيدية قالوا بكراهته وبعضهم أباحه ويروى عن النبى ﷺ أنه كره أكله.

ضحا

أضحية/أضحاة animal sacrificed during Bairam الأضحية

كتب الجزائرى

١- تعريفها: الأضحية هى الشاة تذبح ضحى يوم العيد تقرباً إلى الله سبحانه وتعالى.

٢- حكمها: الأضحية سنه واجبة على أهل كل بيت مسلم قَدَر أهله عليها، وذلك لقوله تعالى: ﴿فصلِّ لربك وأنحر﴾، وقول الرسول ﷺ: "من كان ذبح قبل الصلاه فليُعِد" (١). وقول أبى أيوب الأنصارى: "كان الرجل فى عهد رسول الله ﷺ يضحى بالشاة عنه وعن أهل بيته"(٢).

٣- فضلها: يشهد لما لسنة الضحية من الفضل العظيم قول الرسول ﷺ: "وماعمل إبن آدم يوم النحر عملاً أحب إلى الله من إراقة دم، وإنها لتأتى يوم القيامة بقرونها وأظلافها وأشعارها، وإن الدم ليقع من الله عز وجل بمكان قبل أن يقع على الأرض فطيبوا بها نفساً"(٣). وقوله ﷺ وقد قالوا له ماهذه الأضاحى؟ قال: "سنة أبيكم إبراهيم" قالوا: مالنا منها؟ قال: "بكل ثمرة حسنة" قالوا: فالصوف؟ قال: "بكل شعرة من الصوف حسنة" (٤).

٤- حكمتها: من الحكمة فى الأضحية:

١) التقرب إلى الله تعالى بها،إذ قال سبحانه وتعالى: ﴿فصلُ لربك وأنحر﴾. وقال عز وجل: ﴿قل إن صلاتى ونسكى ومحياى ومماتى لله رب العالمين لاشريك له﴾ (٥). والنسك هنا هو الذبح تقرباً إليه سبحانه وتعالى.

٢) إحياء سنة إمام الموحدين إبراهيم عليه السلام، إذ أوحى الله إليه أن يذبح ولده إسماعيل، ثم فداه بكبش فذبحه بدلاً عنه، قال تعالى: ﴿وفديناه بذبح عظيم﴾ (٦).

٣) التوسعة على العيال يوم العيد، وإشاعة الرحمة بين الفقراء والمساكين.

٤) شكر الله تعالى على ماسخر لنا من بهيمه الأنعام، قال تعالى: ﴿فكلوا منها وأطعموا القانع والمعتر، كذلك سخّرناها لكم لعلكم تشكرون. لن ينال الله لحومها ولادماؤها ولكن يناله التقوى منكم﴾ (٧).

(١) متفق عليه. (٢) الترمذى وصححه. (٣) إبن ماجه والترمذى وحسنه مع إستغرابه.
(٤) إبن ماجه والترمذى "حسن". (٥) الأنعام. (٦) الصافات. (٧) الحج.

٥- أحكامها

١) سنها: لايجزىء فى الأضحية من الضأن أقل من الجذع، وهو ما أو فى سنة أو قاربها. وفى غير الضأن من المعز والإبل والبقر لايجزىء أقل من الشئ وهو فى الماعز ما أوفى سنة ودخل فى الثانية. وفى الإبل ماأوفى أربع سنوات ودخل فى الخامسة. وفى البقر ماأوفى سنتين ودخل فى الثالثة، لقوله ﷺ: "ولاتذبحوا إلا مسنة، إلا أن يعسر عليكم فلتذبحوا جذعة من الضأن والمسنة من الأنعام هى الثنية" (١).

٢) سلامتها: لايجزىء فى الأضحية سوى السليمة من كل نقص فى خلقتها، فلاتجزىء العوراء ولا العرجاء ولا العضباء (أى مكسورة القرن من أصله أو مقطوعة الأذن من أصلها) ولا المريضة ولا العجفاء (وهى الهازل التى لامخ فيها)، وذلك لقوله ﷺ: " أربع لاتجوز فى الأضاحى: العوراء البين عورها، والمريضة البين مرضها، والعرجاء البين ضلعها، والكسيرة التى لاتُنقى - يعنى لا نقى فيها - أى لامخ فى عظامها وهى الهازل العجفاء"(٢)

٣) أفضلها: أفضل الأضحية ماكانت كبشاً أقرن فعلاً أبيض يخالطه سواد حول عينيه وفى قوائمه، إذ هذا هو الوصف الذى إستحبه رسول الله ﷺ وضحى به. قالت عائشة رضى الله عنها : "إن النبى ﷺ ضحى بكبشٍ أقرنَ فَحيلٍ يأكلُ فى سواد ويمشى فى سواد وينظر فى سواد"(٣).

٤) وقت ذبحها: وقت ذبح الأضحية صباح يوم العيد بعد الصلاه، أى صلاة العيد فلاتجزىء قبله أبداً، لقوله ﷺ: "من ذبح قبل الصلاة فإنما يذبح لنفسه ومن ذبح بعد الصلاه فقد تم نسكه وأصاب سنَّة المسلمين" (٤) . أما بعد يوم العيد فإنه يجوز تأخيرها لليوم الثانى والثالث بعد العيد لما روى "كل أيام التشريق ذبح"(٥)

٥- مايستحب عند ذبحها: يستحب أن يوجهها إلى القبلة ويقول: "إنى وجهتُ وجهى للذى فطر السموات والأرض حنيفاً، وما أنا من المشركين. إن صلاتى ونسكى ومحياى ومماتى لله رب العالمين، لاشريك له وبذلك أمِرتُ وأنا أول المسلمين". وإذا باشر الذبح أن يقول: "بسم الله (٦) والله أكبر - اللهم هذا منك ولك".

٦- صحة الوكالة فيها: يستحب أن يباشر المسلم أضحيته بنفسه وإن أناب غيره فى ذبحها جاز ذلك بلا حرج ولاخلاف بين أهل العلم فى هذا.

---

(١) مسلم. (٢، ٣) الترمذى وصححه. (٤) البخارى. (٥) أحمد وفى سنده مقال وهناك آثار عن على وإبن عباس وغيرهما رضى الله عنهم تشهد له. وقال مالك وأبو حنيفة وهو مروى عن عمر وولده رضى الله عنهما " لاتؤخر الأضحية عن ثالث العيد". (٦) التسمية واجبة بالكتاب الكريم ، قال تعالى: " ولاتأكلوا مما لم يذكر إسم الله عليه" الأنعام.

٧- قسمتها المستحبة: يستحب أن تقسم الأضحية ثلاثاً، يأكل أهل البيت ثلثاً ويتصدقون بثلث، ويهدون لأصدقائهم الثلث الآخر، لقوله ﷺ : "كلوا وأدخروا وتصدقوا" (١). ويجوز أن يتصدقوا بها كلها ، كما يجوز أن لايهدوا منها شيئاً.

٨- أجرة جازرها من غيرها: لايعطى الجازر أجرة عمله من الأضحية لقول على رضى الله عنه: "أمرنى رسول الله ﷺ أن أقوم على بُدنة وأن أتصدق بلحومها وجلودها وجلالها، وأن لاأعطى الجازر منها شيئاً. قال: نحن نعطية من عندنا".(٢)

٩- هل تجزئ الشاة عن أهل البيت؟: تجزىء الشاه الواحدة عن أهل البيت كافة وإن كانوا أنفاراً عديدين لقول أبى أيوب رضى الله عنه: "كان الرجل فى عهد رسول الله ﷺ يضحى بالشاة عنه وعن أهل بيته" (٣).

١٠- مايتجنبه من عزم على الأضحية: يكره كراهة شديدة لمن أراد أن يضحى أن يأخذ من شعره أو أظفاره شيئاً وذلك إذا أهلّ هلال شهر ذى الحجة حتى يضحى لقوله ﷺ: "إذا رأيتم هلال ذى الحجة وأراد أحدكم أن يضحى فليمسك عن شعره وأظافره حتى يضحى" (٤).

١١- تضحية الرسول ﷺ عن جميع الأمة: من عجز عن الأضحية من المسلمين ناله أجر المضحين، وذلك لأن النبى ﷺ عند ذبحه لأحد كبشين قال: " اللهم هذا عنى وعمن لم يضحّ من أمتى" (٥).

(١، ٢) متفق عليه. (٣) تقدم. (٤) مسلم. (٥) أحمد وأبو داود والترمذى.

ضد

عامل مضاد — antagonist

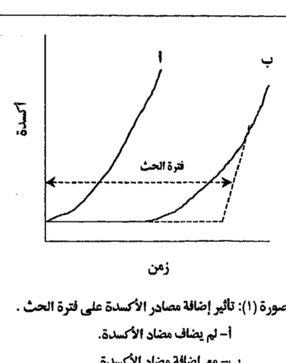
جزىء يحمل تركيباً كافياً مشابهاً لجزىء ثان ليتنافس مع هذا الجزىء فى مواقع الربط على جزىء ثالث. (McGraw-Hill)

مضادات الأكسدة — antioxidants

مضادات الأكسدة الطبيعية

natural antioxidants

التفاعل التلقائى للأكسجين الجوى مع الدهون يؤدى إلى تغيرات كيماوية معقدة والتى تظهر نفسها أخيراً فى تكهات غير مرغوبة فى الأغذية وهذه العملية تعرف بالأكسدة الذاتية autoxidation. وإحدى خواصها هو وجود فترة حث induction period (الصورة ١) وأثناءها لايتم أى تطور لتكهات غير مرغوبة يمكن تحديدها. والأكسدة الذاتية عملية شق حر free radical وطول فترة الحث حساسة لوجود مكونات صغيرة وهذه إما أنْ تزيد من فترة الحث وتعرف بإسم مضادات الأكسدة antioxidants أو تقصر من فترة الحث وتعرف بإسم مساعدات الأكسدة pro-oxidants.



صورة (١): تأثير إضافة مصادر الأكسدة على فترة الحث .
أ- لم يضاف مضاد الأكسدة.
ب- مع إضافة مضاد الأكسدة.

تقسيم مضادات الأكسدة
classification of antioxidants

قسمت مضادات الأكسدة إلى قسمين: ١- أولى أو مضاد الأكسدة المكسر للسلسلة وهو يتفاعل مع شقوق حرة دهنية يحولها إلى مركبات أكثر ثباتاً.
٢- ثانوى أو مضادات أكسدة مانعة preventive وهى تؤخر الأكسدة الذاتية بطرق أخرى.

ومضادات الأكسدة الأولية هى عادة مركبات تعطى ذرة أيدروجين إلى شقوق حرة دهنية لإنتاج شق ثابت نسبياً وهذا لايزيد من تفاعل السلسلة وبالتالى يعيق عملية الأكسدة الذاتية. ومضادات الأكسدة من هذا النوع هى أساساً ذات تركيب فينولى وتشمل التوكوفيرول وحمض الجاليك ومشتقاته والفلافونويدات بما فيها كويرسيتين quercetin ورامنتين rhamnetin وكامبفيرول campferol والبروتين وحمض الكافييك والكارنوسين وحمض روزماريك وحمض الكارنوسيك carnosic acid ومركبات أخرى كثيرة طبيعية. وتستهلك المضادات الأولية أثناء فترة الحث والتى لايحدث فيها إلا تغيير بسيط فى الحالة المؤكسدة للدهون. وبعد فترة الحث يبتدىء الدهن فى التدهور السريع وتخرج مواد طيارة ويتكون أيدروبيروكسيدات hydroperoxides وقد يتكون بوليمرات إذا كان تركيز الشقوق عالياً خاصة عند درجات حرارة مرتفعة مثل تلك التى تحدث أثناء التحمير العميق.

أما المضادات الثانوية فهى مكونات ليس لها نشاط ضد الأكسدة فى الدهون النقية ولكنها تصبح ذات أثر مع مكونات صغيرة إما بتحسين تأثيرها على مضادات الأكسدة الأولية أو بتثبيط عمل مساعدات الأكسدة pro-oxidants ومنها الفوسفوليبيدات التى لها نشاط تآزرى مع مضادات الأكسدة الأولية مثل التوكوفيرولات وحمض السيتريك والذى يخلب مساعدات الأكسدة من أيونات المعادن وبذا يصبح لها تأثير كبير على ثبات الزيت.

مصادر مضادات الأكسدة الطبيعية
sources of antioxidants

من بين هذه المصادر مستخلصات النبات والأعشاب والتوابل ونواتج تخمر (الجدول ١). وتتكون مضادات الأكسدة أثناء تسخين الأغذية ومنها منتجات تفاعل مايارد Maillard والتى تتكون من تفاعل الأحماض الأمينية والببتيدات والبروتينات مع الكربوايدرات.

الجدول (١): مستخلصات النبات ذات خواص مضادة للأكسدة.

القسم	المادة	بعض المكونات النشطة
الأعشاب والتوابل	إكليل الجبل rosemary	حمض الكارنوسيك، حمض روزمارينيك، كارنوسول، ثنائي التربين، روزماري ثنائي الفينول، روزماريكينون
	اسفاقس sage	
	كزبرة coriander	
	قرنفل clove	حمض جاليك ويوجينول
	فلفل أسود	
	كركم turmeric	كركومين ومشتقاته
	بابريكا paprika	
	الفوفل betel	
	سمق/حبق الفتي oregano	
	بسباسة mace	
	زعتر thyme	
	حبق basel	
	جوزة الطيب nutmeg	
أغذية متخمرة	تمبا tempeh	مشابهات الفلافون isoflavones
	ميزو miso	
زيت بذرة	جريش الصويا	صابونينات
	قشرة بذرة الكاكاو	كاتيكين وحمض الكلوروجينيك chlorogenic acid
	بذرة السمسم	سيسامول ، سيسامولينول وسيسامينول ... الخ.
	دقيق بذرة القطن منزوع الدهن	فلافونويدات
	معزول بروتين عباد الشمس	
	مواد صلبة من كاكاو منزوع الدهن	ايبي كاتيكين epicathechin
	الفول السوداني	فلافونويدات
خضروات	بصل	
	جزر	لجنين و β-كاروتين
	بذرة الطماطم	
	الثوم	
حبوب	الشوفان oats	
	الأرز	أوريزانول orizanol
	جليادمين القمح	

تابع جدول (١)

القسم	المادة	بعض المكونات النشطة
مواد نباتية أخرى	الشاى الأخضر	فلافونويدات
	بذر العنب	
	الخشب	
	بذرة chia	
	ورق الزيتون	
	فجل الخيل	
	مسحوق الخردل	
	بشرة التفاح apple cuticle	
	قشر korum	
	عرق سوس	فلافونويدات
	البتولا birch bark	
	قرن الخروب	

إضافة مضادات الأكسدة الطبيعية للأغذية

التوكوفيرولات و ل-حمض الأسكوربيك وأملاحه من المواد المسموحة فى الأغذية. والتوكوفيرولات تضاف لدهون الحيوان وتوجد طبيعياً فى الأغذية المحتوية على زيوت نباتية. واستخدم حمض الاسكوربيك وأملاحه مع الصوديوم أو الكالسيوم فى تأثير الأكسدة فى النبيذ والبيرة والفواكه والخضر والزبد واللحوم المعالجة ومنتجات الأسماك. وبالميتات الاسكوربيك تستخدم فى تثبيت الزيوت المأكلة حيث تذوب بسهولة (حوالى ٠,٠٣٪) فى الزيوت على درجة حرارة الغرفة وهو يثبت الزيت أثناء التحمير العميق.

التوكوفيرولات

إضافة التوكوفيرولات إلى الدهون الحيوانية يزيد من ثباتها أما إضافتها للزيوت النباتية غالباً مايكون غير مؤثر فى زيادة الثبات التأكسدى للزيت حيث أن مستوى التوكوفيرول الطبيعى يبدو أنه قريب من المستوى الأمثل اللازم لثبات الزيت. وإضافة التوكوفيرول فوق هذا المستوى الأمثل كثيراً مايسبب خفضاً فى الثبات للأكسدة. فإضافة ١٠٠٠ جزء فى المليون من د-ل-توكوفيرول إلى زيت بذرة العنب يمكن أن يخفض من فترة الحث على ١٠٠°م من ٥ - ٢ ساعة.

والتوكوفيرولات الطبيعية فى الزيوت النباتية هى مخاليط من α، β، γ، δ-توكوفيرول. والتوكوثلاثى الإينول المقابلة tocotrienols وكذلك د-α-توكوفيرول المخلق يستخدم فى تثبيت الدهون الحيوانية. ويختلف نشاط وثبات التوكوفيرولات بإختلاف تركيبها وفى الجسم *in vivo* فإن نشاط فيتامين نى للتوكوفيرولات ينقص فى الترتيب $\alpha > \beta > \gamma > \delta$ ولكن فى دراسات تثبيت الزيت δ-توكوفيرول وجد أنه الأكثر فعالية. و α-توكوفيرول إستهلك أولاً ثم استخدمت β- و γ-توكوفيرول بعد ذلك والـ δ-توكوفيرول أخيراً فى أثناء فترة حث زيوت فول الصويا عندما أختبر

تحت ظروف مُسَرِّعَة فالفرق بين α ، δ هو أن δ-توكوفيرول يستهلك ببطء أقل وعلى ذلك فيبقى نشطاً لمدة أطول بينما α-توكوفيرول قد يكون نشطاً أصلاً ولكن يستهلك بسرعة أكثر ويعمل فيتامين ج على إعادة توليد الـ α-توكوفيرول في الأغشية عندما يتأكسد الأخير.

حمض الأسكوربيك

يعمل حمض الأسكوربيك كمضاد للأكسدة بعدة طرق فهو في الأنظمة التي فيها الأكسجين محدود يزيل الأكسجين ويتأكسد هو إلى حمض دي هيدرو أسكوربيك كما أنه يخمد مختلف أنواع الأكسجين المنشط (الأكسجين ذو الترابط المفرد singlet O_2 وشقوق الأيدروكسيل وفوق الأكسيد superoxide). كما أنه يختزل الشقوق الحرة وبذا يثبط تزايد تفاعل سلسلة الأكسدة الذاتية وكذلك فهو يختزل شقوق مضافات الأكسدة الأولية وبذا فهو له تأثير تآزري مع مضادات الأكسدة الأولية مثل α- توكوفيرول. وحمض الأسكوربيك عادة يفقد بالأكسدة بالأكسجين الجزيئي في وجود أيونات المعادن ولذا فخواصه في مضادات الأكسدة تعزز بواسطة عوامل الخلب مثل حمض السيتريك.

الأعشاب والتوابل herbs & spices

عرفت خواص الأعشاب والتوابل المضادة للأكسدة في الخمسين سنه الأخيرة فالبسباسة والفلفل الأسود والزعتر والسمق/حبق الفتى والفلفل الأحمر والحبق والبابريكا وجوزة الطيب من بين هذه النباتات ولكن أهمها الاسفاقس وإكليل الجبل إذ هما أكثرها فاعلية. فمستخلصات البترول petroleum الخفيفة لإكليل الجبل والبسباسة وجد أنها مساوية في التأثير مثل الأيدروكسي أنيسول البيوتيلي. ومكونات مضاد الأكسدة يمكن إستخلاصها من إكليل الجبل بالتقطير بالبخار لإزالة الزيوت الطيارة ويتبع ذلك الإستخلاص بالإيثانول للأوراق ويمكن بعد ذلك تنقية المستخلص الخام بواسطة التقطير الجزيئي. وقد وجد أن الكارنوزول carnosol هو أهم مصادر الأكسدة في مستخلص إكليل الجبل ولكن هناك أيضاً حمض الكارنوسيك carnosic acid والروزمانول rosmanol والروزماري ثنائي الفينول rosmaridiphenol والروزماريكينون rosmariquinone (الصورة٣).

أما الـ β-كاروتين فيعمل كمضاد للأكسدة على ضغوط أكسيجين جزئية منخفضة بالإضافة إلى شق دهني ليكون شقاً أكثر ثباتاً.

تأثير المعاملة على مضاف الأكسدة الطبيعي

يوجد فقد صغير في التوكوفيرول في الزيوت النباتية أثناء إزالة الصموغ والمعادلة والتبييض وإزالة الروائح (الجدول ٢). وقد يزيد الفقد كثيراً في إزالة الرائحة إذا لم يحتفظ بالفراغ أو إذا إستخدمت درجات حرارة عالية كما في التكرير الفيزيقي للزيوت. وقد وجد أن مستخلص إكليل الجبل كان ثابتاً أثناء إزالة الرائحة على ٢٢٠°م.

وفي زيوت التحمير تستهلك مضادات الأكسدة مثل التوكوفيرول بسرعة بالأكسدة والبلمرة بسبب درجات الحرارة العالية كما أن حمض السيتريك يتدهور حرارياً ومن الضروري إضافته بعد إزالة الرائحة حتى يكون نشطاً في المنتج المكرر.

الصورة (٢): بعض مضادات الأكسدة الموجودة فى إكليل الجبل. (أ) كارنوزول. (ب) حمض الكارنوسيك. (ج) روزمانول. (د) روزمانول ثنائى الفينول. (ئ) روزوماريكنون.

جدول (٢): تأثير المعاملة على محتوى التوكوفيرول فى زيت فول الصويا.

المعاملة	التوكوفيرول	نسبة الفقد ٪
خام	١١٣٢	–
مزال الصمغ	١١١٦	١,٤
مكرر	٩٩٧	١١,٩
مبيض	٨٦٣	٢٣,٨
مزال الرائحة	٧٢٦	٣٥,٩

تقدير نشاط مضاد الأكسدة
determination of antioxidant activity

من أجل تقدير نشاط مضاد أكسدة من الضرورى تقدير فترة الحث لدهن مع مضاد الأكسدة وبدونه. ومضادات الأكسدة تكون فعالة فقط فى وجود الدهن قبل نهاية فترة الحث وتنتهى فترة الحث عندما يستهلك مضاد الأكسدة. وتقدر فترة الحث بتخزين العينة فى طرق وتحديد حالة الأكسدة كل فترة من الزمن بطريقة مقبولة مثل قيمة البيروكسيد أو التقدير الحسى أو تقدير حمض الثيوباربيتيوريك (ح.ث.ب TBA) thiobarbituric acid. وإختبار فرن شال Schaal oven test هو إختبار يستخدم فيه هذا الأساس. وطريقة الأكسجين النشط السريعة (ن.أ AOM) active oxygen method أو طريقة سويفت Swift test وإختبار رانسيمات Rancimat test هما طريقتان تختبران حيث أن تدهور الدهن التأكسدى تسرع ليس فقط بإستخدام درجة حرارة عالية (عادة ١٠٠ °م) ويمكن أيضاً بإمرار فقاقيع هواء خلال العينة. وهذه الإختبارات نافعة جداً فى تقدير نشاط الأكسدة لأن ثبات الزيت

المحتوى على مضاد الأكسدة يمكن أن يكون عالياً جداً حتى على ١٠٠°م وإمرار فقاعات الهواء خلال العينة يقصر من فترة الحث جداً. ولكن تقدير نشاط مضادات الأكسدة المتطايرة مثل أيدروكسى أنيسول البيوتيلى (أ.أ.ب BHA) تكون تقديراتها أقل من الواقع لأن مضاد الأكسدة يفقد من العينة بالتبخر تحت هذه الظروف. وطريقة أ.ن تتطلب تقدير قيمة البيروكسيد كل فترة ولكن طريقة رانسيمات هى طريقة آلية تعتمد على المراقبة المستمرة للتوصيل الكهربى للسائل المائى لتقدير فترة الحث.

مضادات الأكسدة المخلقة

synthetic antioxidants

الأكسدة التلقائية auto-oxidation للدهن يعتقد أنها تحدث كما فى المعادلات (١-٨) عن طريق سلسلة تفاعل الشقوق الحرة. ففى وجود الأكسجين فإن حمض دهنى غير مشبع يكون شقوقاً حرة (١). كما أن الأيدروبيروكسيد والذى يوجد فى آثار قبل الأكسدة يتكسر لإعطاء شقوق (٢)، (٣) وجزىء أكسجين مرتبط بشق (٤) ويصبح شق بيروكسى peroxy. وهو "بأخذه" ذرة أيدروجين من جزىء آخر يصبح أيدروبيروكسيد منتجاً شقاً (٥). وهذا التفاعل عندما يكرر عدة مرات فإنه ينتج تراكماً من الأيدروكسيد. وعندما يكون هناك خفضاً فى كمية الأحماض الدهنية غير المشبعة الموجودة فإن الشقوق ترتبط ببعضها مكونة مركباً غير شِقّى ثابت وهذا يوقف سلسلة التفاعل (٦) - (٨).

أ- الإبتداء initiation

المعادلة	رقم
ر يد ← ر° + يد°	١
ر يد ← ر° أ٢ ← ر أ أ°	٢
٢ ر أ أ يد ← ر أ أ° + ر أ° + يد٢ أ	٣

ب- التزايد propagation

المعادلة	رقم
ر° + أ٢ ← ر أ أ°	٤
ر أ أ° + ر يد ← ر أ أ يد + ر°	٥

ج- النهاية termination

المعادلة	رقم
ر° + ر° ← ر-ر	٦
ر° + ر أ أ° ← ر أ أ ر	٧
ر أ أ° + ر أ أ° ← ر أ أ ر + أ٢	٨

والأغذية تحتوى عواملاً تشجيع أكسدة الأحماض الدهنية وهذه العوامل تشمل مركبات الهيماتين مثل الهيموجلوبين والميوجلوبين ومواد ملوثة مثل الكاروتينويدات والإنزيمات التى تحتوى معادناً مثل الحديد والنحاس والكوبلت والمنجنيز والمغنيسيوم وقرائن إنزيمات. ومضادات الأكسدة التى تستخدم فى الأغذية يجب إختبارها جيداً مثل كونها مسرطنة أو سامة وكذلك نواتج أكسدتها وتفاعلها مع مكونات الغذاء وتأثيراتها فى تركيزات منخفضة وغياب أى مقدرة على إعطاء نكهات أو روائح غير مرغوبة للأغذية والمواد الفينولية تقابل هذه الشروط ولذا تستخدم كمضادات أكسدة فى الأغذية.

المواد الفينولية phenolic compounds

تباشر المواد الفينولية وظائف ضبط الشقوق الحرة ووقف سلسلة التفاعلات. وكثير من هذه المواد بمافيها أ.أ.ب BHA ، أ.ت.ب BHT ، ت.ب.أ.ك TBHQ (ت-بيوتيل ايدروكينون) ، ن.أ.ج.أ NDGA تعطى شقوقاً أكثر ثباتاً.

أ.أ.ب BHA

هو مخلوط من ٢-أ-أ.أ.ب ، ٣-أ-أ.أ.ب وهو مضاد أكسدة ممتاز ولكن إكتشف أنه مسرطن للجزء الأمامى من معدة الفيران وقد قل إستخدامه كثيراً.

أ.ت.ب BHT

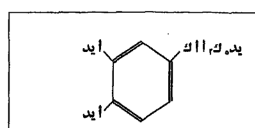
وقد طور أ.ت.ب ليستخدم فى منتجات البترول والمطاط.

ت.ب.أ.ك TBHQ (ت-بيوتيل ايدروكينون)
t-butyl hydroquinone

وله خواص مضادة للأكسدة جيدة وهو يحتوى على مجموعة بيوتيل فى حلقة البنزين.

بروتوكاتشوات الإيثايل ethyl protocatchuate

يستخدم كمضاد للأكسدة وإن كانت اليابان قد أزالته من المواد الموافق عليها فى مايو ١٩٧٠.

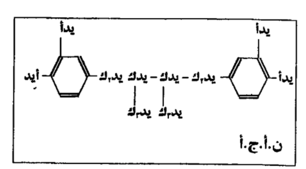


جالات البروبيل (ج.ب PG) propyl gallate

هذه توجد فى الطبيعة كمكون للتانينات وتسمى حمض جاليك واستراته الايثيلية والبيوتيلية والأمايل والأوكتايل والدوديسايل.

ن.أ.ج.أ NDGA (حمض نور-ثنائى ايدروجواى اريتيك) nor-dihydroguaiaretic acid

يستخلص من creosote bush ولكنه غالٍ وهو صعب التخليق لأنه يحتوى على مجموعة الكايل مفرعة ومن مشتقات البيسفينول، ١، ١٦-بيس-(٢، ٥-ثنائى أوكسى فينايل) هكساديكان (ب.أ.ف.هـ) 1,16-bis-(2,5-dioxyphenyl) hexadecane (BDPH). له خواص مضادة للأكسدة قوية خاصة عند إستخدامه مع مضادات أكسدة أخرى مثل أ.أ.ب BHA وإن كان تأثيره التآزرى يظهر أكثر عند إستخدامه مع أ.ت.ب BHT والـ α-توكوفيرول.



التوكوفيرول وترولوكس-ج
tocopherol & trolox-c

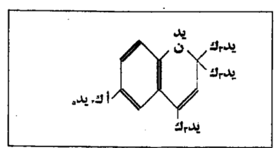
نظراً لإرتفاع سعرالتوكوفيرول فقد تم إكتشاف مادة مشابهه وهى ترولوكس-ج الذى له خواص مضادة للأكسدة فى الزيوت النباتية والحيوانية. وهو يظهر تآزراً عند إستخدامه مع حمض الأسكوربيك وعند إستحلابه فإن المركبات المكونة من ترولوكس-ج والأحماض الأمينية تظهر تأثيراً مضاداً للأكسدة أكثر من الترولوكس-ج وحده وخاصة استر ميثيل تربتوفان-ترولوكس واستر ميثيل ميثيونين ترولوكس.

ترولوكس-ج

α-توكوفيرول

المركبات النتروجينية
nitrogenous compounds

من بين النتروجين الأمينى تعمل الأمينات كمضادات أكسدة مثل ايثوكسيكين ethoxyquin والكابسايسين capsaicin والفانيليلاميد vanillylamide وهى تعمل كالمركبات الفينولية كمثبطات لتفاعلات سلسلة الشقوق الحرة. والأيثوكسين غير مسموح به فى اليابان ولكن مسموح به فى الولايات المتحدة وأوروبا وعند إستخدامه مع الليسيثين فإنه يظهر تآزراً كبيراً وعند أخذه فى الجسم فإنه يظهر فاعلية كمضاد بيولوجى للأكسدة.



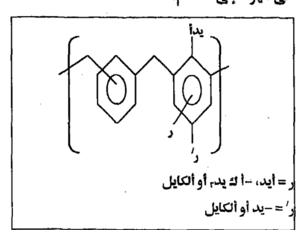
مركبات الكبريت sulphur compounds

من بينها فينوثيازين phenothiazine له خواص مضادة للأكسدة قوية ولكنها غير ثابتة فى زيوت الأغذية وتعطى رائحة كريهة عندما تسخن والثيوثنائى البروبيونات مسموح بها فى بعض البلاد.

مضادات الأكسدة المبلمرة
polymer antioxidants

تصنع هذه المضادات بالبلمرة مع إستخدام حفاز ألومنيوم من ثنائى فينيل البنزين divinyl benzene ، p-ت-بيوتيل فينول p-t-butylphenol ، p-أيدروكسى أنيسول p-hydroxyanisol وأحادى-ت-بيوتيل أيدروكينون mono-t-butyl hydroquinone. وقد طُلب من هيئة الأغذية والأدوية فى الولايات

المتحدة الموافقة على "أنوكسومر Anoxomer" وهو يفوق أ.أ.ب BHA و أ.ت.ب BHT فى خواصه المضادة للأكسدة وهو ثابت جداً حتى لو سخن فى الهواء إلى ٣٠٠°م.



المؤزرات synergists

حمض السيتريك ومشتقاته: يربط حمض السيتريك المعادن فى الأغذية الدهنية وغيره من أحماض أيدروكسية مثل حمض الطرطريك والماليك ذكر أنها تعمل بكفاءة.

حمض الفوسفوريك ومشتقاته: حمض البيروفوسفوريك وحمض هكساميتافوسفوريك والأحماض الأخرى عديدة الفوسفوريك تعمل بنشاط أكثر عن الأورثوفوسفوريك كمؤازرات للتوكوفيرول فى أوساط زيتية أو مائية. وحمض الفايتيك وهو هكساميتافوسفوريك للاينوسيتول يمكنه تثبيط المعادن وكذلك الليسيثين والسيفالين والفوسفوليبيدات الأخرى تظهر خواص تآزرية مع مضادات الأكسدة.

حمض الاسكوربيك وحمض الاريثوربيك: حمض الاسكوربيك يظهر خواص تآزرية مع مضادات الأكسدة الفينولية. فحمض الأسكوربيك (أأيد٢) ومضاد الأكسدة الفينولي-كيو يد يتفاعلان كما فى المعادلتين (٩)، (١٠)

ر أ أ° + يد ك ← ر أ أ يد + كيو° (٩)

كيو° + أ أ يد٢ ← يد كيو + أ أ يد° (١٠)

وحمض الاريثوربيك erythorbic وهو مشابه تركيبى لحمض الاسكوربيك يفوق الأخير فى تأخير تأكسد المنتجات أثناء المعاملة أو التخزين.

كذلك السوربيتولات والكحولات عديدة الأيدريك polyhydric alcohols تعمل كعوامل مثبطة للمعادن وكذلك الأمينات وأكسيداز الأمين والأحماض الأمينية تعمل كمواد مؤازرة مع مضادات الأكسدة.

❖ الإستخدامات فى الأغذية المعاملة

يمكن أن يضاف مضاد الأكسدة للزيت أو الدهن مباشرة أو فى حالة الأغذية المحمرة يضاف بطريقة غير مباشرة لإحتمال إنتقاله من زيت التحمير إلى المنتج الغذائى

الإضافة المباشرة للزيوت والدهون

لما كانت أ.أ.ب BHA و أ.ت.ب BHT ومضادات الأكسدة المتصلة بهما عالية الذوبان فى الزيت فإنه يمكن إضافتها مباشرة إليه. ومضادات الأكسدة عديدة الفينول مثل جالات البيروبايل و ن.أ.ج.أ NDGA لاتذوب فى الزيت بسهولة وكذلك حمض السيتريك وحمض الاسكوربيك وحمض الفوسفوريك وغيرها من المؤازرات غير الذائبة

فى الدهن. ويمكن لتشتيت مضاد الأكسدة فى الزيت أو الغذاء إستخدام مذيبات مثل جليكول البروبيلين وأحادى الجليسريدات والليسيثين.

الإضافة غير المباشرة للزيوت والدهون

يمكن رش مضاد الأكسدة المذاب فى كحول مثل أ.أ.ب BHA و أ.ت.ب BHT أو تنقع فى محاليل مضاد الأكسدة أو يمتص مضاد الأكسدة فى ورق اللف.

الإضافة لزيوت الأغذية

يضاف مضاد الأكسدة أو مواد التآزر لزيت الغذاء فى المرحلة الأخيرة من عملية إزالة الرائحة. ومضادات الأكسدة الفينولية لها تأثير أكبر فى دهون الحيوان عنها فى دهون النبات ربما لأن زيوت النبات تحتوى كميات جوهرية من التوكوفيرول.

الإضافة لدهن الخنزير

يضاف مضاد الأكسدة أثناء عملية التنقية وكثيراً مايضاف أيضاً حمض السيتريك كعامل تآزر.

الإضافة للمرجرين

يضاف أ.أ.ب BHA، أ.ت.ب BHT والتوكوفيرول الطبيعى إلى الزيت الخام لإنتاج المرجرين كخليط أو التوكوفيرول وحده. وأقصى كمية من أ.أ.ب BHA أو أ.ت.ب BHT وحدها أو مختلطين هى ٢٠٠مجم/كجم من الزيت ويمكن إضافة حمض السيتريك كعامل تآزرى بأقصى حد ١٠٠مجم/كجم.

الإضافة لدهون التنعيم ودهن الخنزير

تستخدم دهون التنعيم كبدائل للمرجرين فى إنتاج البسكويت والخبز ويحتفظ بالجودة بإضافة مضادات الأكسدة ويعتبر دهن الخنزير مقارناً لدهون التنعيم بسبب إضافة مضادات الأكسدة.

الإضافة لمنتجات السمك

يستخدم أ.أ.ب BHA و أ.ت.ب BHT بنسبة ٠,٠١٪ من الماء المغلى فى إنتاج السردين المجفف الصغير وفى حالة الرش يستخدم بنسبة ٠,٠١ – ٠,٠٥٪ وفى بعض الأحيان تذاب كمية مضاد الأكسدة فى جليكول البروبيلين والذى يرش على الملح. وفى إنتاج السمك المجمد أو السمك الصدفى المجمد فإن المنتج ينقع فى محلول من مضاد الأكسدة قبل التجميد أو يضاف مضاد الأكسدة إلى الماء المستخدم فى القشع. وأحياناً يذاب مضاد الأكسدة فى كمية صغيرة من الكحول أو جليكول البروبيلين ثم يصب مع التقليب فى الماء لعمل معلق.

الإضافة إلى اللحوم ومنتجاتها

بالرغم من أنه يمكن إستعمال فقط حمض الاسكوربيك أو التوكوفيرول مع اللحوم الطازجة فإن أ.أ.ب BHA، أ.ت.ب BHT يمكن إستخدامهما مع الزيوت والدهون وكلما كان ذلك

ممكناً فأى توكوفيرول طبيعى يجب إستخدامه فى مستويات ٣-٥ مرات تلك المستخدمة مع أ.أ.ب BHA. وتستخدم التوابل مع اللحوم كما تدخن اللحوم والدخان يحتوى على مكونات مضادات الأكسدة فيمنع أكسدة الأغذية المدخنة. وحمض الاسكوربيك وحمض عديد الفوسفوريك تستخدم لتحسين اللون ومحتوى الماء وقوام منتجات اللحوم كما أنها تمنع تغيرات النكهة فى اللحوم المعاملة.

الإضافة للبن ومنتجاته

بالرغم عن أ.أ.ب BHA وطرطرات الأوكتيل octyl tartarate يمكنها تأخير تعفن اللبن فقليل من البلاد ما يسمح بإستخدام مضادات الأكسدة الفينولية. ويمكن إضافة حمض الاسكوربيك للبن المنتج شتاءا نظراً لإنخفاض نسبة التوكوفيرول به ليمنع إنتاج رائحة الأكسدة أثناء التخزين. ومضادات الأكسدة الفينولية تمنع تعفن الزبد وبعض البلاد يسمح بإستخدام أ.أ.ب BHA و أ.ت.ب BHT وراتنج الجواياك وسترات مشابه البروبيل و ن.أ.ج.أ NDGA وطرطرات البروبايل فى الزبد ولو أنها فى الوقت الحالى غير مستخدمة.

الإضافة إلى الأغذية الغنية فى النشا

تستخدم مضادات الأكسدة الفينولية مثل أ.أ.ب BHA وجالات البروبايل فى حفظ دهن البسكويت وكذلك يمكن للأنوكسومر Anoxomer الذى يتحمل الحرارة إطالة عمر الرف للبسكويتات.

الإضافة لمنتجات البطاطس

يُعْمَل البطاطس المهروس اللحظى instant mashed potatoes بتقشير البطاطس وعمله شرائح وجلتنته بغمسه فى ماء على ٦٥ -٧٣°م وتبخيره ثم يهرس الناتج مع إضافة أحادى الجليسريد بنسبة ٠,٢ - ٠,٣٪ من الناتج النهائى و أ.أ.ب BHA بنسبة ٠,٢٪ ثم يجفف فى مجفف إسطوانى والناتج يكون رقائقياً جداً highly flaky وثابتاً ضد التدهور فى الجودة. ويمكن إضافة مضاد الأكسدة كمستحلَب بدلاً من الرش وهذا يثبت مضاد الأكسدة أكثر كذلك إضافة بيروفوسفات الصوديوم الأيدروجينية sodium hydrogen pyrophosphate إلى رقائق البطاطس يمكن أن يمنع تدهور اللون.

الإضافة إلى علف الحيوان

تضاف مضادات الأكسدة إلى علف الحيوان لمنع تأكسد الدهن وفيتامين أ، د ومن بينها أيثوكسيكين و أ.أ.ب BHA و أ.ت.ب BHT.

الإضافة للزيوت الطيارة والكاروتينويدات والفيتامينات

إضافة α-توكوفيرول و ن.أ.ج.أ NDGA وجالات البروبايل إلى زيت البرتقال أعطت نتائج جيدة. وفى زيت الليمون ن.أ.ج.أ NDGA وجالات البروبايل عملت بكفاءة. وثبات فيتامين أ والكاروتينويدات يتحسن بإضافة مضاد أكسدة مثل ن.أ.ج.أ NDGA فى زيت كبد السمك وكذلك فى اللبن الفرز.

❖ الثبات أثناء معاملة الغذاء

stability to food processing

• سلوك مضاد الأكسدة خلال تنقية الزيت

تمت دراسة سلوك مضادات الأكسدة بإضافة ٢٠٠مجم/كجم من ±-α-توكوفيرول و ١٠٠مجم/كجم من كل من أ.أ.ب BHA و أ.ت.ب BHT لعدد من عينات الزيت وتم تتبعها (الجداول ٣، ٤) وكلما إرتفعت درجة حرارة عملية إزالة الرائحة كلما زاد معدل إختفاء مضاد الأكسدة. وفي عملية التكرير القلوية فإن بعض التوكوفيرول يتكسر عندما يسخن في وجود القلوى وأثناء عملية التبييض بعض التوكوفيرول يمتز على الطفل الحمضى وعلى التشاركول المنشط كما يتبخر التوكوفيرول أثناء إزالة الرائحة ولايبقى منه إلا ٥٠٪ عند ٢٥٠°م.

وكلا من أ.أ.ب BHA و أ.ت.ب BHT أظهرت معدلاً متشابهاً للبقاء وأثناء التكرير بالقلوى والتبييض فكلاهما أظهر معدلاً أقل بالمقارنة بالـ α-توكوفيرول كما إختفيا تماماً في إزالة الرائحة بغض النظر عن درجة الحرارة المستخدمة وغالباً مايرجع ذلك لتطايرهما تحت الضغط المنخفض المستخدم مع التقطير البخارى.

وحمض السيتريك يجب أن يضاف للزيوت بعد عملية إزالة الرائحة لأنه يتكسر أثناءها. وأثناء الهدرجة فإن تغيرات التركيز تختلف مع أنواع الحفاز المستخدم ومعدل النقصان يزيد في الترتيب: نيكل < نحاس-نيكل < بالاديوم على تشاركول < نحاس-كروم. والتركيز النهائى يختلف من ٦٩-٣٣٪ من القيمة الأصلية. وهناك فرق بسيط بين أ.أ.ب BHA و أ.ت.ب BHT وكلاهما يظهر تغييراً في التركيز من ٩١ إلى ٨٦٪.

• سلوك مضادات الأكسدة أثناء التخزين

التغيرات نتيجة درجة الحرارة: أ.أ.ب BHA عند إذابتها في لينوليات الميثيل (٤٪) وتخزينه في الظلام على ٥°م مع أو بدون إضافة أكسيد ثلاثى ميثيل أمين (أ.ث.م.أ TMAO) ٢٪ فإن تأثيراً تآزرياً يظهر وفي وجود أ.ث.م.أ TMAO ويظهر أ.أ.ب BHA معدلاً أعلا في البقاء.

وكذلك فإن معدل بقاء ث.ب.أ.ك TBHQ في أوليات الميثيل تحت ظروف أكسدة مُسَّرَعة هو ١٠٪ بعد ساعة واحدة و ٥٪ بعد ساعتين. وإضافة حمض السيتريك يساعد على بقاء التوكوفيرول تحت ظروف أ.ن AOM.

مضادات الأكسدة في الأغذية المُجَفَّدَة: كمية مضادات الأكسدة المتبقية بما فيها أ.أ.ب BHA و أ.ت.ب BHT و ت.ب.أ.ك TBHQ بعد تجفيد موديلات أغذية كان ٢٧، ١٦، ٣٢٪ بالتتابع في التجفيد البطىء أما التجفيد السريع فقد كانت الكميات أقل ١٤، ٢٢، ٢٦٪ بالتتابع.

الهدم بالضوء: محلولا بنزين ٢ أ.أ.ب BHA أكثر ثباتاً عن ٣ أ.أ.ب BHA عند التعريض لضوء الشمس وعند إضافة أ.ت.ب BHT بتركيز ٠,٢٪ لزيت فول الصويا فإن أ.ت.ب BHT ينخفض بإستقامة linerarly أثناء فترة الحث وهو يُزيد منها وبعد إستنفاذه فإن معدل أكسدة الزيت تزيد بسرعة.

الجدول (٣): بقاء α-توكوفيرول أثناء التنقية.

العينة	بقاء α-توكوفيرول ٪			
	دهن البقر	زيت السمك	زيت فول الصويا	زيت النخيل
زيت خام	١٠٠,٠	١٠٠,٠	١٠٠,٠	١٠٠,٠
تكرير قلوى زيت (١)	١٠٠,٠	٩٨,٧	٩٥,٧	٩٦,٧
تكرير قلوى زيت (٢)	٨٦,٠	٨٨,٣	٨٩,١	٨٨,٧
تبييض زيت (١)	٨٢,٩	٨٢,٥	٨٥,١	٨٢,٢
تبييض زيت (٢)	٧٤,٦	٧٦,٢	٨٠,١	٧٤,٩
زيت محلماً	–	٨٢,١	–	–
زيت مزال الرائحة (١)	٧٨,١	٨٠,٧	٨٠,١	٧٧,١
زيت مزال الرائحة (٢)	٦١,٤	٧١,٣	٦٧,٩	٦٧,١
زيت مزال الرائحة (٣)	٥٠,٩	٦٠,٥	٥١,٣	٥٤,٤
زيت مزال الرائحة (٤)	٤٤,٧	٥٠,٧	٩٨,٣	٤٧,٨

١٠٠ مجم/كجم من α-توكوفيرول أضيفت لكل عينة.

الجدول (٤) بقاء أ.أ.ب BHA و أ.ت.ب BHT أثناء التنقية.

العينة	دهن بقر ٪		زيت سمك ٪		زيت فول صويا ٪		زيت نخيل ٪	
	أ.أ.ب	أ.ت.ب	أ.أ.ب	أ.ت.ب	أ.أ.ب	أ.ت.ب	أ.أ.ب	أ.ت.ب
زيت خام	١٠٠,٠	١٠٠,٠	١٠٠,٠	١٠٠,٠	١٠٠,٠	١٠٠,٠	١٠٠,٠	١٠٠,٠
تكرير قلوى زيت (١)	٩٨,١	٩٦,٨	٩٨,٠	٩٨,٩	٩٦,٩	٩٨,٠	٩٧,١	٩٨,٩
تكرير قلوى زيت (٢)	٩٥,٢	٩٤,٦	٩٦,٠	٩٣,٦	٩٤,٨	٩٤,١	٩٣,٣	٩٣,٥
تبييض زيت (١)	٩٠,٥	٩٣,٥	٩١,٢	٩١,٥	٨٩,١	٩٢,٢	٩٠,٦	٩٠,٣
تبييض زيت (٢)	٨٣,٨	٨٦,٠	٨٣,٣	٩٠,٤	٨٠,٤	٨٢,٣	٨٣,٨	٨٣,٩
زيت محلماً	–	–	٩١,١	٩١,٧	–	–	–	–
زيت مزال الرائحة	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر

١٠٠ مجم/كجم من كل من أ.أ.ب BHA و أ.ت.ب BHT أضيفت لكل عينة.

• **سلوك مضادات الأكسدة أثناء التحمير**

يبين الجدول (٥) نتيجة إضافة ٠,١٪ من كل من أ.أ.ب BHA ، أ.ت.ب BHT والأيدروكينون و ج.ب PG وجالات مشابه الأمايل (ج.م.أ IAG) إلى زيت فول الصويا وتسخين المخلوط إلى ١٧٠°م وتحديد كميات مضادات الأكسدة المتبقية. والتسخين على ١٧٠°م هدم أ.أ.ب BHA في ٣٠ ق و ج.م.أ IAG في٣٠ ق أيضاً.

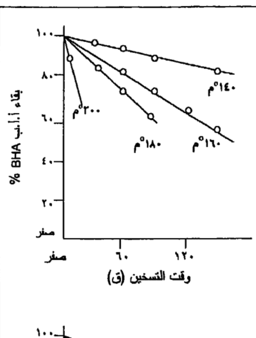
الجدول (٥): إختفاء مضادات الأكسدة في الزيت بالتسخين.

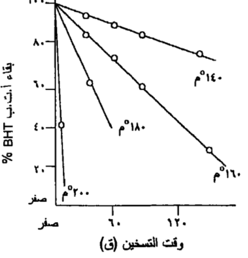
مدة التسخين (ق)	أ.أ.ب	أ.ت.ب	أيدروكينون	ج.ب	جالات مشابه الأمايل
١٠	+	+	+	+	+
٣٠	+	+	+	−	−
٤٥	+	+	±	−	−
٦٠	−	+	−		
٩٠	−	±	−		
١٢٠	−	−			

+: وجدت ، ±: آثار ، −: لم توجد.

والصورة "٣" تظهر تآزر أ.أ.ب BHA و أ.ت.ب BHT في البرافين السائل بالتسخين.

وقد وجد أن بقاء أ.أ.ب BHA أقل من بقاء التوكوفيرول الطبيعي في دهن الخنزير بعد التسخين. وزيت الفول السوداني الذى إحتوى على ٧٠جزء في المليون من α-توكوفيرول ، ١٠٠جزء في المليون من γ-توكوفيرول فَقَدَ كل α-توكوفيرول بعد التسخين على ١٨٠°م والـ γ-توكوفيرول بعد ١,٥ ساعة. أما زيت فول الصويا وقد إحتوى على ١٠٠جزء في المليون α-توكوفيرول أصلاً، ٥٥٠ جزء في المليون γ-توكوفيرول ، ٢٢جزء في المليون δ-توكوفيرول فَقَدَ كل الـ α-توكوفيرول بعد ٥ ساعات على ١٨٠°م. وفَقَدَ كل γ-توكوفيرول والـ δ-توكوفيرول بعد ٨ – ١٠ ساعات.





الصورة (٣): نقص مضادات الأكسدة في برافين سائل بالتسخين.

ومضادات الأكسدة المتبلرة مثل أنوكسومار Anoxomer ثابتة حتى لو سخنت. فعندما أضيفت لمخلوط من زيت بذرة القطن وفول الصويا وسخنت إلى ١٩٠°م لمدة ٢ ساعة لم يكن هناك فقد محسوس.

مآل مضادات الأكسدة أثناء إنتاج كريسب البطاطس: أ.أ.ب BHA المضاف للزيت المستخدم فى التحمير يُفْقَد جزء كبير منه. وفى زيت الفول السودانى فُقِدَ ٥٥٪ من التوكوفيرول و ٥٤٪ من ت.ب.أ.ك TBHQ فقدا بعد التحمير لمدة ١٠٣ ساعة على ١٦٠°م. أما إذا أستخدم زيت بذرة القطن فإنه لم يفقد بالكاد شيء من مضادات الأكسدة. كما أن التوكوفيرول بقى لمدة ٦، ١٢، ٢٧ أسبوعاً فى كريسب البطاطس المحمر فى زيت بذرة القطن وذلك أكثر مما لو حُمِرَ فى زيت الفول السودانى.

العوامل التى تؤثر على فقد مضادات الأكسدة: عندما تستخدم مضادات أكسدة فى زيت التحمير فإن مضادات الأكسدة تكون عرضة للفقد نظراً للأكسدة الحرارية والتبخير. والإمتزاز على مكونات الغذاء المحمر يقلل من ثبات زيت التحمير. فالتوكوفيرول المخلوط بدهن صلب يكون عرضة للفقد والـ أ.أ.ب BHA – وهو متطاير – يفقد بسرعة بسبب التبخير والتوكوفيرول يفقد بالأكسدة الحرارية فى وسط يعطى مساحة سطح كبيرة فى إتصال بالهواء. والدهون الصلبة المحتوية على أحماض دهنية مشبعة ثابتة جداً للأكسدة الذاتية على درجات الحرارة المنخفضة وإضافة آثار من مضادات الأكسدة يزيدها ثباتاً.

❖ تحليل ومعرفة مضادات الأكسدة المخلقة
synthetic antioxidants, characterization & analysis

• تقدير النشاط

يقدر نشاط مضاد الأكسدة بإضافته إلى الزيت وإجراء إختبارات الإحتفاظ على المخلوط وقياس مدى أكسدة الزيت.

• طرق قياس مدى أكسدة الزيوت والدهون

- طرق كيماوية: مدى أكسدة الدهن أو الزيت يمكن أن يقدر بواسطة قيمة الحمض أو قيمة البيروكسيد أو قيمة الكربونيل وأسسها تظهر فى الجدول (٦).

- طرق حسية: فى كثير من الأحيان الحواس الإنسانية أدق من التحليل الكيماوى ولذا فالإختبارات الحسية ضرورية لنكهة الزيت وحتى إذا إستطاع الإنسان معرفة مضاد الأكسدة من رائحته وربما لايصلح هذا المضاد للإستخدام.

• طرق إختبار ثبات الزيوت والدهون

طريقة الأكسجين النشط/الأكسدة المسرعة: أ.ن AOM

وقد تسمى طريقة سويفت Swift method وهى تشمل وضع ٢٠مل من دهن العينة أو الزيت فى أنبوبة إختبار ٢٥ × ٢٠٠مم وحقن هواء نظيف بمعدل إنسياب ٢,٣٣مل/ ثانية فى تنك ثرموستات يحافظ عليه على ٩٧,٨°م. وعادة يكون تنك الثرموستات دائرى وفيه ترتب أنابيب الإختبار فى نظام دائرى وفى فترات معينة يشم الغاز المستخلص للرائحة من هذه الأنابيب ثم تسحب عينات الزيت

جدول (٦): طرق لتقدير درجة أكسدة الدهون والزيوت.

الخاصية المقاسة	الطريقة	الأساس
قيمة الحمض	التنقيط بالقلوى	ر–ك يد$_2$ ك أ أ يد + بو أ يد ← ر–ك يد$_2$ ك أ أ بو + يد$_2$ أ
قيمة البيروكسيد	باليود	ر–ك يد$_2$–ك يد–ك يد=ك يد– + ٢ بو ى ← ر–ك يد$_2$–ك–ك يد=ك يد– +ى$_2$+بو$_2$أ (أ أ يد ، يد أ) ى$_2$ + ٢ص$_2$ كب$_2$ أ$_3$ ← ص$_2$ كب$_4$ أ$_6$ + ٢ ص ى
قيمة الكربونيل	٢،٤–ثنا.ن.ف.أ	ر ك يد أ + ن أ$_2$ – (حلقة بنزين، ن أ$_2$) – ن يد–ن يد$_2$ ← ← ر–ك يد=ن–ن يد – (حلقة بنزين، ن أ$_2$) – ن أ$_2$ + يد$_2$ أ ر–ك يد=ن–ن يد – (حلقة بنزين، ن أ$_2$) – ن أ$_2$ ← ر–ك يد=ن–ن= (حلقة، أ$_2$ ن) =ن$^+$(أ$^-$)(=أ)
	طريقة أيدروكسى لامين	ر–ك يد أ + يد$_2$ ن–أ يد ← ر–ك يد=ن–أ يد
	طريقة حمض الثيوباربيتيوريك thiobarbaturic acid	٢ (يد أ، ن، كب يد، ن، يد أ) + (يد$_2$ ك، أيدك، أيدك) ← (يد أ، ن، يد كب، ن، يد أ)–يدك=يدك–يدك=(يد أ، ن، كب، ن، يد أ) + ٢ يد$_2$ أ
كمية الأكسيجين الممتصة	مانومتر فاربورج محلل الأكسيجين قياس الوزن	

٢ ، ٤–ثنا.ن.ف.أ : ٢ ، ٤–ثنائى نيتروفينيل ايدرازين 2, 4-dinitrophenylhydrazine

أو الدهن وتقدر قيمها للبيروكسيد. وكقاعدة عامة فإن ثبات الدهن أو الزيت يبين بالوقت الذى تأخذه العينة لتصل قيمة البيروكسيد إلى ١٠٠ ميللى مكافىء/كجم فى حالة الزيوت النباتية أو ٢٠ ميللى مكافىء/كجم فى حالة دهن الخنزير. وقد تم تطوير جهاز آلى يسمى رانسيمات Rancimat والذى يقيس فترات الحث تحت ظروف مماثلة لـ أ.ن AOM.

أ.ن المحورة

بدلاً من ٩٧,٨°م المستخدمة فى أ.ن AOM فإن طريقة أُقتِرِحَت لرفع درجة حرارة الماء إلى ١١٠°م لإنقاص الوقت اللازم للعينة لتصل إلى نقطة التزنخ. أو ترفع إلى ١٢٥°م مع قياس قيم البيروكسيد بإستخدام طريقة ثيوسيانات الحديديك. ولو أن إرتفاع درجة الحرارة يقلل وقت التحضين فالعيب هو نقص دقة القياس وتكرار النتائج reproducibility نظراً لتكسر البيروكسيد .

إختبار الفرن oven test

أصلاً إستخدم إختبار الفرن مع دهون التنعيم فى إنتاج البسكويت والبسكويت المالح. وتشمل الطريقة إستخدام تنك ثرموستات على ٦٣°م يجهز بجهاز تهوية وتوضع عينة قدرها ٥٠جم فى كأس ٢٥٠مل ويوضع الكأس فى حاوية زجاجية والتى يمكن تغطيتها بزجاجة ساعة أو غطاء. والقراءات يعبر عنها بعدد الأيام التى تأخذها العينة لتتدهور بدرجة يمكن إختبارها حسياً أو بعدد الأيام التى تمر حتى تصل قيمة البيروكسيد إلى حد معين.

وهذا الإختبار يجرى على درجة حرارة أشد قسوة من درجة الحرارة التى يتم فيها حفظ الزيت أو الدهن. والجدول (٧) يبين ثبات دهن الخنزير الذى إستخدم فى عمل بسكويت مالح.

جدول (٧): مقارنة بين طريقة أ.ن وطريقة الفرن فى دهن الخنزير.

مضاد الأكسدة	الثبات		
	الكمية المضافة	أ.ن (ساعة)	طريقة الفرن ١٢٠°م (أيام)
للمقارنة	–	٦	٧
راتنج جواياك	٠,٠١	١٠	٩
" "	٠,٠٥	٢٠	٢٢
" "	٠,٠١	٢٤	٢٣
للمقارنة	–	٦	٧
ج.ب	٠,٠١	٣٣	٣٠
" "	٠,٠٣	٥٠	٦٠
" "	٠,٠٥	١٣٥	١٢٤
" "	٠,١٠	١٤٥	١٣٥
للمقارنة	–	٤	٤
توكوفيرول	٠,٠٢	١٦	١٥
" "	٠,١٠	٢٣	١٨
للمقارنة	–	٥	٦
ن.أ.ج.أ	٠,٠١	١٨	٢٥
" "	٠,٠٢	٣٥	٣٢
" "	٠,٠٥	٤٥	٣٥

ج.ن PG: جالات البروبايل.

ن.أ.ج.أ NDGA: حمض نور ثنائى ايدروجواى أريتيك.

طريقة إشعاع شعاع الضوء

تستفيد هذه الطريقة من أن أكسدة الدهون والزيوت تساعد بالضوء. فعينات من البسكويت والحلويات المحمرة والشرائطيات المحمرة

والبقول المحمرة والأغذية الدهنية المعاملة الأخرى بمقدار ٨٠ - ١٠٠ جم من كل توضع في كيس عديد الإيثيلين (فلم عديد إيثيلين منخفض الضغط ٠,٠٤جم سمك وأبعاده ٣٠٠ × ١٧٠مم) ثم تقفل بإحكام hermitically وعلى منضدة عينة جهاز إختبار التهدم فإن العينة تشبع تحت الظروف الآتية : درجة حرارة ٥٠ ± ١ °م والإضاءة luminosity في مركز أحد الجوانب ١٥٠٠٠ لكس lux وتقوم هيئة التذوق بإجراء الإختبار. ويعرف أول وقت تلاحظ فيه رائحة التعفن بوقت بدء الرائحة. وإذا كان الغذاء يعطى رائحة قوية كما في حالة الأغذية البحرية فإن قيم البيروكسيد لعينة الدهن أو الزيت المستخلصة من العينة المشععة يمكن إستخدامها كمرجع. وهذه العينات تعبأ بطريقة مماثلة. ووقت بدء الرائحة odor onset time التي يمكن أن تنتج إذا كانت العينات مخزنة تحت ظروف قياسية (حوالي ٢٠٠ لكس lux ودرجة حرارة الغرفة والتخزين في الداخل مع إطفاء الأنوار ليلاً) يحدد. وتؤخذ التقديرات الشخصية في الإعتبار. ووقت بدء الرائحة وعمر الرف القياسي يحددان كما في الجدول (٨). وهذه الطريقة وطريقة الفرن تعطى نتائج قريبة من الإختبارات الحسية ولكنها ليست على إتفاق مع نتائج قيم البيروكسيد.

جدول (٨): وقت بدء الرائحة وعمر الرف القياسي.

وقت بدء الرائحة ١٥٠٠٠ لكس lux ٥٠°م(ساعة)	عمر الرف القياسي	وقت بدء الرائحة ١٥٠٠٠ لكس lux ٥٠°م(ساعة)	عمر الرف القياسي
٣ - ٥	شهر واحد	٢٤	٦ أشهر
١٠ - ١٢	٣-٤ أشهر	٤٨	١,٥ سنة

الطريقة الوزنية gravimetric

في هذه الطريقة عينات الزيت ٠,٢ - ١,٠جم من كل توضع في كؤوس وتغطى بزجاجات ساعة وتوضع في تنك ثرموستات على ٥٠ - ٦٠°م وتقدر تغييرات الوزن gravimetrically.

• طرق قياس مقدار الأكسجين للمستهلك

طريقة "القنبلة" للجمعية الأمريكية للإختبارات والمواد (ج.أ.خ.م)

American society for testing & materials (ASTM) bomb method

يوضع ١٥جم من الدهن المعلب أو ٣٠جم من الزيت السائل في حاوية زجاجية معروفة الأبعاد والتي توضع بعد ذلك في أنبوبة صلب وتقفل. ويضخ أكسجين على ٦٩٠ كيلو باسكال وتغمر الأنبوبة في الماء لمعرفة وجود أي تسرب ثم توضع في حمام ماء يغلي ويسجل ضغط الأكسجين آلياً. وفترة الحث يعبر عنها بالوقت اللازم للعينة لتسجل خفضاً في الضغط قدره ١٣,٨ كيلو باسكال في الساعة. وهذه الطريقة أحسن من طريقة أ.ن AOM وطريقة إختبار الفرن في السرعة ودقة التحليل فهي ١,٤ مرة أسرع من أ.ن AOM ، ٤٠ - ٥٠ مرة أسرع من طريقة إختبار الفرن.

طريقة إمتصاص الأكسجين

في هذه الطريقة وبإستخدام مانومتر فاربورج فإن عينة من الدهن أو الزيت معروفة توضع في قارورة التفاعل ثم توضع في حمام مائي عند درجة حرارة معينة ثم تهز وكمية الأكسجين الممتصة تقاس

فى المانومتر وثبات عينة الدهن أو الزيت يمكن أن تحدد من معدل إمتصاص الأكسجين.

قياس الأكسجين المذاب

فى هذه الطريقة فإن مضاد الأكسدة يضاف إلى مستحلَب مكون من زيت وماء وعامل النشاط السطحى توين-٤٠. وتحضر أقطاب المحلل مع التقليب بينما يضبط مستوى الأكسجين المذاب على ١٠٠٪. وعندما تضاف كمية صغيرة من كبريتات الحديدوز كمصدر لأيونات ح$^{+2}$ فإن الدهن يستهلك بسرعة الأكسجين المذاب نظراً للنشاط الحفزى لأيونات ح$^{+2}$. وفى غياب مضاد الأكسدة فإن مستوى الأكسجين المذاب يقع إلى ٥٪ فى خلال دقائق على درجة حرارة الحجرة. وهذه الطريقة تعطى نتائج تتفق مع نتائج كفاءة مضاد الأكسدة التى يحصل عليها من أ.ن AOM. ولكن هذه الطريقة لها عيوبها فحيث أن ح$^{+2}$ يميل إلى تشجيع التفاعل فباستعمال عامل خلب مثل حمض إيثيلين ثنائى الأمين رباعى الخليك (أ.ثنا.أ.ر.خ EDTA) لتثبيط ح$^{+2}$ فإن عامل الخلب يمكن أن يخطأ مع مضاد الأكسدة وهذه المشكلة لاتؤثر على أ.أ.ب BHA ومضادات الأكسدة المشابهة التى تعمل كعوامل خلب.

طرق قياس التغييرات فى جودة الدهن بواسطة الإشعاع الضوئى الكيماوى

methods of measuring changes in fat quality by chemiluminescence

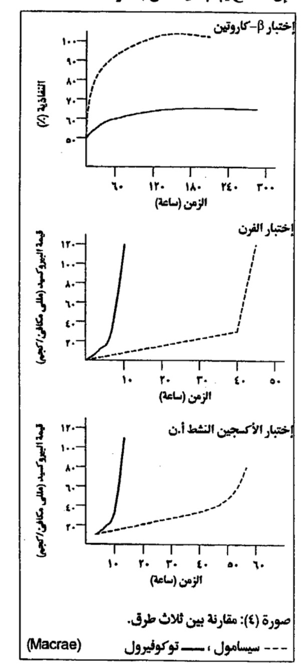
المركبات المحتوية على الأكسجين والمُنْتِجَة بالأكسدة مثل الألدهيدات والكيتونات والكحولات لها مقدرة على الإشعاع الضوئى الكيماوى منخفض المستوى. وقد أمكن عمل نبيطة device لمعرفة الضوء الضعيف مما مَكَنَ من قياس مدى تأكسد الدهون والزيوت. فإلى محلول هكسان لمضاد الأكسدة يضاف ٥ جم من استرميثيلى للحمض الدهنى لإعطاء تركيز نهائى قدره ٠,٠٢٪ وبينما يسمح بإمرار الهواء خلال العينة فإن الإشعاع الضوئى الكيماوى الناتج يقاس على ١٠٠°م لمدة ٦٠ق والذى يختزل بواسطة مضاد أكسدة. وقد وجد أن النتائج تتفق مع أ.ن AOM وطريقة إختبار الفرن فيما عدا حالة الـ α-توكوفيرول.

طريقة إختبار الـ β-كاروتين

تشتمل هذه الطريقة على تحليل مطيافى spectrophotometric analysis لمدى تغير اللون فى الـ β-كاروتين بسبب التهدم التأكسدى. فيذاب ٢جم من β-كاروتين فى ١٠ مل كلوروفورم وفى قارورة مستديرة القاع تحتوى ٢٠مجم حمض لينولييك ، ٢٠٠جم من توين-٤٠ يضاف ١مل من المحلول وبعد إزالة الكلوروفورم بالتبخير يدخل الأكسجين ثم يضاف ٥٠مل من ماء مقطر مع التقليب وتسحب عينة من هذا السائل ويضاف محلول إيثانول لمضاد الأكسدة إلى العينة ثم يقاس الإمتصاص فى المطياف spectrophotometer. وبعد ذلك تغمس الخلية فى حمام مائى على ٥٠°م ويقاس الإمتصاص على فترات منتظمة حتى يتغير لون الـ β-كاروتين.

قياس إستهلاك حمض اللينوليك

يضاف الليبوكسيداز إلى عينات حمض اللينولييك مع وبدون مضاد الأكسدة. والعينات تتأكسد إنزيمياً وحمض اللينولييك غير المتفاعل يقدر كمياً بكروماتوجرافيا الغاز-سائل (ك.غ.س GLC) وهى طريقة سهلة الإستخدام ويمكن تكرار نتائجها إلى درجة كبيرة ولكن نظراً لأن مضاد الأكسدة قد يثبط الليبوكسيداز إلى مدى يختلف عن تثبيتها للزيت فإن النتائج يجب أن تعامل بحذر.



صورة (٤): مقارنة بين ثلاث طرق.

--- سيسامول ، ـــــ توكوفيرول (Macrae)

دور مضادات الأكسدة فى الأمراض والشيخوخة

تلعب تفاعلات الشقوق الحرة بين الجزيئات البيولوجية الكبيرة فى خلايا الثدييات الحية دوراً فى شرح مسببات عديد من الأمراض الإنسانية وربما أيضاً عملية الشيخوخة.

إن الأكسجين له وجه آخر غير الوجه النافع الذى يؤكسد فيه مكونات الأغذية ليعطى الطاقة فحماية الكائنات الثديية من الأضرار التى تتسبب عن الأكسجين النشط قد يتم عن طريق مايمكن تسميته "مضافات الأغذية المغذية antioxidant nutrients" بما فى ذلك المعادن النادرة trace السيلينيوم والنحاس والقصدير والمنجنيز وفيتامينات هـ E و ج وربما أيضاً فيتامين أ والكاروتينويدات والتى لها دورها كمضاد للأكسدة بعيداً عن أنها مولدة لفيتامين أ.

إن النظام الذى تعطيه المعادلة الآتية (١) لإختزال الأكسجين إلى ماء لايظهر أن إضافة الاليكترونات إلى جزىء ثنائى الأكسجين dioxygen قد يحدث على خطوات مع إنتاج أنواع من الأكسجين المنشط، والتى بعضها متفاعلة جداً. فالأكسجين ينفذ إلى كل مواقع الخلية الداخلية intracellular sites حتى أنه يستطيع إختراق المنطقة غير المحبة للماء من الأغشية البيولوجية.

٤ أ ل

أ٢ + ٤ يد+ ⟵ ٢ يد٢ أ (١)

أ.ثنا.ف ⟵ أ.ثلا.ف

أ ل: اليكترون ، أ.ثنا.ف: أدينيسون ثنائى الفوسفات، أ.ثلا.ف: أدينوسين ثلاثى الفوسفات.

وإضافة اليكترونين للأكسجين فى خطوات متعاقبة يمكن أن يحدث بسهولة لأن ثنائى الأكسجين نفسه به اليكترونان غير مُتَعاكسا الدَّوْر. وهذا يمكن أن يحدث بطريقة عشوائية كلما كان هناك اليكترونات متناثرة متاحة. فالأليكترونات يمكن أن توجه من سلاسل إنتقال أليكترونات السبحيات أو الجسيم الصغير microsome عند عدة نقط بحيث أنها لاتصل إلى مقصدها فى نهاية أكسيداز السيتوكروم أو سيتوكروم هيموبروتينات p – ٤٥٠.

وأول نوع أكسجين منشط يتكون بإختزال ثنائى الأكسجين dioxygen هو الشق الحر السالب للسوبرأكسيد أ$_{٢}^{\cdot-}$

$$\text{أ}_{٢} + \text{أل} \leftarrow \text{أ}_{٢}^{\cdot-} \qquad (٢)$$

ويعرف الشق الحر بأنه الذرة أو الجزىء الذى به واحد أو أكثر من أليكترونات غير مُتَعاكسة الدَّوْر. وعدم التوازن الأليكترونى هذا هو الذى يتسبب فى كثير من الحالات التفاعلية reactivity العالية جداً للشقوق الحرة. وبتقدم إختزال الأكسجين يتم تشبيع نقص الأليكترونات فى الشق لأيون السوبرأكسيد السالب بإضافة أليكترون آخر ليكون أيون بيروكسايل pyroxyl سالب والذى يمكنه أن يتحد associate مع بروتونات protons من المحلول ليكون فوق أكسيد الأيدروجين

$$\text{أ}_{٢}^{\cdot-} + \text{أ ل} \leftarrow \text{أ}_{٢}^{٢-} \xleftarrow{\text{٢ يد}^{+}} \text{يد}_{٢}\text{أ}_{٢} \qquad (٣)$$

وإختزال فوق أكسيد الأيدروجين إلى ماء يشتمل على إضافة اليكترونين ثانيين. وهذه الاليكترونات يمكن أن تبين تفاعل فنتون Fenton فى الزجاج *in vitro* أنها تأتى من أيونات ثنائية التكافؤ مثل النحاس والحديد:

$$\text{أ}_{٢}^{\cdot-} + \text{ح}^{٣+} \leftarrow \text{أ}_{٢} + \text{ح}^{٢+} \qquad (٤)$$

$$\text{يد}_{٢}\text{أ}_{٢} + \text{ح}^{٢+} \leftarrow \text{أيد}^{-} + \text{أيد}^{\cdot} + \text{ح}^{٣+} \qquad (٥)$$

$$\text{أيد}^{\cdot} + \text{ح}^{٢+} \leftarrow \text{أيد}^{-} + \text{ح}^{٣+} \qquad (٦)$$

والحديد المطلوب قليل جداً ولأنه يعمل كحافز فربما أن هذا التفاعل يحدث فى الخلية أيضاً بالرغم من أن الحديد معظمه مرتبط بالبروتين.

والشق الأيدروكسيلى الذى يوجد كمتوسط فى هذه العملية متفاعل جداً ويمكن أن يكون مضراً جداً للأنظمة الحية حيث يمكنها أن تقتلع اليكتروناً من أى جزىء عضوى كبير يوجد فى المنطقة. وبسبب هذه التفاعلية فإنها لاتستطيع الهجرة والضرر الناتج عن الشق الأيدروكسيلى فى الخلية يجب أن يكون قريباً من موقع تكون الشق.

كما أن هناك أيضة أكسجين متفاعلة أخرى – ولو أنها ليست شق – قد تتكون فى خلايا لها أقسام محاطة بغشاء/كائنات سوية النواة eukaryotes وهو أكسجين بترابط مفرد singlet oxygen /بكهيرب مشترك ^{١}أ$_{٢}$ $^{1}O_2$.وهذا يتكون كحالة مثارة لثنائي الأكسجين dioxygen بإصطياد طاقة من – على سبيل المثال– إشعاع الضوء hu

$$\text{أ}_{٢} \xrightarrow{hu} {}^{١}\text{أ}_{٢} \qquad (٧)$$

فاليكترون طرفى/ يثار إلى مدار أعلا مما يحتله عادة والترابط المفرد/بكهيرب مشترك الناتج هو حالة متفاعلة جداً. والطاقة الممتصة فى الأكسجين بترابط مفرد/بكهيرب مشترك قد تطلق إلى جزىء عضوى كبير ومسببة تغيراً كيماوياً ويعود الأكسجين إلى حالة الهمود ground state.

وأهداف مهاجمة الشقوق الأيدروكسيلية قد تكون أى جزى عضوى كبير وبذا فإن أى بروتينات خلوية داخلية أو خارجية intra or extracellular قد تضار وظيفياً حيث تتغير طبيعة الأحماض الأمينية الخاصة المكونة ويتحور أو يهدم دورها الطبيعى فى التركيب الثالث والرابع للبروتين. وفى الزجاج وجود أنظمة مولدة لشقوق حرة مثل الخلايا اللمفاوية المبلعمة phagocytosing lymphocytes أو أكسيداز الزانثين بالقرب من د.أ.ر.ن DNA ينتج عنه ضرر كبير لتركيب د.أ.ر.ن deoxyribonucleic acid.

وفى حقل أكسدة الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع فى الغشاء يعمل الشق كمبتدىء initiator للعملية حيث يفصل ذرة أيدروجين من مجموعة ميثيلين توجد بين رابطتين مزدوجتين ومكونا شقاً ممركزاً كربون ليبيد lipid carbon-centered radical

ل يد + أ يد$^{\bullet}$ ← ل$^{\bullet}$ + يد$_{٢}$أ (٨)

وشق الليبيد يمكن أن يتفاعل مع ثنائى الأكسجين الجزيئى لإنتاج شق ليبيد بيروكسيلى lipid peroxyl radical والذى يمكن أن يُخْمَد quenched بواسطة مضاد أكسدة ليبيدى مثل فيتامين هـ E أو فى غيبة مضادات الأكسدة قد يهاجم مجموعة أسايل دهنية غير مشبعة لإعطاء أنواع من شقوق حرة أخرى مع تثبيت تفاعلات السلسلة

ل$^{\bullet}$ + أ$_{٢}$ ← ل أأ$^{\bullet}$ (٩)

أو ل أأ$^{\bullet}$ + هـ-يد ← ل أأيد + هـ$^{\bullet}$ (١٠)

أو ل أأ$^{\bullet}$ + ل يد ← ل أأيد + ل$^{\bullet}$ (١١)

وإذا لم يزال الايدروبيروكسيد فإنه يمر خلال تفاعلات محفزة بالحديد مما يولد أنواع شقوق قد تكون ضارة جداً

ل أأيد + ح$^{+٣}$-هيموبروتين ←
ل أأ$^{\bullet}$ + يد$^{+}$ + ح$^{+٢}$-هيموبروتين (١٢)

ل أأ يد + ح$^{+٢}$-هيموبروتين ←
ل أ$^{\bullet}$ + أيد$^{-}$ + ح$^{+٣}$-هيموبروتين (١٣)

وهذه السلسلة من تفاعلات الإبتداء للشقوق الحرة فى الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع فى الغشاء لها تبعات مرضية خطيرة للخلايا الحية. فالتغيرات فى تركيب الفوسفوليبيدات خاصة بالترابط التساهمى للأكسجين فى المنطقة غير المحبة للماء فى الغشاء تسبب إضطراباً شديداً للتركيب الطبيعى للغشاء والذى يمكن أن يكون هاماً جداً فى تطور المرض.

دفاع مضادات الأكسدة فى الجسم

إن شقوق الأيدروكسيل المولدة بحفز الحديد (كما فى المعادلتين (٤) ، (٥)) هامة وضبط أو إزالة توليد هذه الشقوق هو عن طريق الإزالة الكفأة للمفاعلات أ$_{٢}^{\bullet-}$ ويد$_{٢}$أ$_{٢}$. وهذا يتم بواسطة أنظمة إنزيمية ، فإزالة أ$_{٢}^{\bullet-}$ يحفزه مجموعة إنزيمات تعرف بديسميوتازات السوبرآكسيد (د.س.أ) superoxide dismutases (SODs) وفى سبحيات خلايا الثدييات فإن د.س.أ SOD هو إنزيم يحتوى المنجنيز بينما فى السيتوبلازم فإن د.س.أ فهو إنزيم له تركيب أحماض أمينية مختلف

ويعتمد فى نشاطه على النحاس والقصدير وكلا الإنزيمين يحفز التفاعل الآتى:

٢أ$_2^{\bullet-}$ + ٢يد$^+$ ← يد$_2$أ$_2$ + أ$_2$ (١٤)

وفوق أكسيد الأيدروجين يختزل إلى ماء فى كلا قسمى الخلية الداخلى بواسطة بيروكسيداز الجلوتاثيون وهو إنزيم يعتمد فى نشاطه على السيلينيوم

يد$_2$أ$_2$ + ٢ج كب يد ←٢يد$_2$أ + ج كب كب ج (١٥)

حيث ج كب يد: جلوتاثيون مختزل ، ج كب كب ج: جلوتاثيون مؤكسد.

والكتاليز والذى ينحى فى البيروكسيزومات peroxisomes قد يكون له أهمية فى كنس scavenging فوق أكسيد الأيدروجين فى الخلايا بواسطة التفاوت disproportionation

٢يد$_2$أ$_2$ ← ٢يد$_2$أ + أ$_2$ (١٦)

ونشاط د.س.أ SOD وبيروكسيداز الجلوتاثيون حيث أنها تعتمد على المنجنيز والنحاس/قصدير أو السيلينيوم بالتتابع تعتمد بدورها على إتاحة هذه المعادن "المضادة للأكسدة". ونقص هذه المعادن فى التغذية قد يكون له عواقب كفشل خط الدفاع الأول هذا ضد الضرر الناتج عن شق الأكسجين.

ومن معادلتى (١٠)، (١١) فإن فيتامين هـ E له أهمية كبرى فى حماية الأغشية البيولوجية من مهاجمة أنواع الأكسجين النشط لها. وفى العملية يصبح فيتامين هـ E نفسه شقاً بعد أن يفقد الأيدروجين الفينولى إلى أيدروبيروكسيد الليبيد. وإعادة توليد فيتامين هـ E يتم على الأغلب بالتفاعل مع حمض الأسكوربيك وحمض الديهيدروأسكوربيك المتكون يتم إعادة توليده مرة أخرى بالجلوتاثيون والذى يتم إختزال شكله المؤكسد بواسطة ف.نك.أ.ثنا.نو.يد (فوسفات نيكوتينامايد ادنين ثنائى النيوكليوتيد مختزل NADPH)

هـ$^{\bullet}$ + حمض أسكوربيك ←
هـ + حمض ديهيدروأسكوربيك (١٧)

حمض ديهيدروأسكوربيك + ٢ ج كب يد ←
حمض أسكوربيك + ج كب كب ج (١٨)

ج كب كب ج + ف.نك.أ.ثنا.نو.يد + يد$^+$ ←
٢ج كب يد + ف.نك.أ.ثنا.نو$^+$ (١٩)

فيعمل فيتامين هـ E وحمض الأسكوربيك كخط ثان للدفاع ضد ضرر الأكسجين.

وتبين المعادلتان (١٢)، (١٣) أن أيدروكسيد الليبيد ليس ناتجاً نهائياً آمناً. فخط دفاع ثالث ضد تكون شقوق البيروكسايل peroxyl أو الكوكسايل alkoxyl من أيدروكسيلات الليبيد بحفز من الحديد يتم عن طريق بيروكسيداز الجلوتاثيون. فتكون أيدروبيروكسيد الليبيد فى المنطقة غير المحبة للماء فى الأغشية البيولوجية ينتج عنه إضطراب فى تركيب الغشاء حيث أن الوظيفة القطبية للأيدروبيروكسيد تحاول التحرك نحو بيئة أكثر حباً للماء hydrophilic. وربما نتج عن هذا تنشيط فوسفوليباز أ$_2$ phospholipase A_2 بحيث أن الحمض الدهنى البيروكسيدى peroxidized يزال من الإرتباط التساهمى إلى فوسفوليبيد الغشاء. . والحمض الدهنى الحر البيروكسيدى يتم إختزاله إلى حمض أيدروكسى بواسطة نشاط حفزى لبيروكسيداز الجلوتاثيون، وهذه العملية تشتمل أيضاً على السيلينيوم

ل أأ يد + ٢ ج كب يد ←

ل أ يد + يد٢ أ + ج كب كب ج (٢٠)

فوجود السيلينيوم فى الغذاء مهم لهذا الخط الثالث من الدفاع ضد التسمم بشق الأكسجين.

وربما عملت الكاروتينويدات وفيتامين أ فى الدفاع ضد الأكسجين بترابط مفرد/بكهيرب مشترك singlet oxygen حيث تخمدها لإحتوائها على روابط أيدروجينية متقارنة. (Macrae)

مضاد للإنزيم antienzyme

عامل يثبط إختيارياً عمل الإنزيم.
(McGraw-Hill)

أنظر: إنزيم

مضاد للبكتريا antibacterial agent

مركب مخلق أو طبيعى يثبط نمو وتقاسم البكتيريا.
(McGraw-Hill)

أنظر: بكتيريا

مضاد للتجلط anticoagulant

عامل مثل سترات الصوديوم تمنع تجلط مادة غروية خاصة الدم. (McGraw-Hill)

المضادات الحيوية والأدوية antibiotics & drugs

إن معظم - ولكن ليس كل - الأدوية المستخدمة فى الحيوانات المنتجة للأغذية هى لمنع أو علاج أمراض تتسبب عن عوامل معدية وهى:

المضادات الحيوية ومضادات الكائنات الدقيقة

المضادات الحيوية هى مضادات بكتيرية تأتى من جسم حى ولكن المصطلح يشمل بدائل مخلقة وأهمها البنسلين وتركيبه كَوَّن مدى متسعاً من مواد طبيعية وشبه مخلقة. وبعض أنواع المضادات الحيوية المستخدمة فى طب الحيوان هى التتراسيكلينات والأمينوجليكوسيدات والماكروليبيدات والبوليميكسين. والسلفوناميدات تكون قسماً هاماً من مضادات الكائنات الدقيقة وهى أدوية لاتتصل بالمركبات الموجودة طبيعياً. وقد حضر عدد من السلفونوميدات من أجل وظائف سريعة أو متوسطة أو طويلة الفعل والسلفا ثنائى ميدين sulphadimidine من أوسعها أستخداماً.

قاتلات الطفيليات الخارجية ectoparasitides

الماشية والخراف كثيراً ماتهاجم بالطفيليات الخارجية فهى معرضة للمهاجمة بذبابات النَّغف warble fly (*Hynoderma* spp.). وجرب الخراف sheep scab مرض آخر وكلا المرضين يعالجان بمركبات فسفورية عضوية فبالنسبة لذبابات النَّغف العلاج عادة بسائل لزج نسبياً والذى يفرد على ظهر الحيوان وفى حالة جرب الخراف فإن الغمس والرش هما أهم علاج. كما أن السمك معرض للطفيليات الخارجية. وكما أن زراعة السمك تصبح أكثر أهمية فإن تأثيرات المرض تصبح أكثر أهمية فالسالمون معرض للعدوى بقمل البحر sea louse وهو يهاجم السطح الخارجى للسمك وربما

سبب الموت وهو يعالج حالياً بمركب فسفوري عضوى ثنائى الكلورفوس dichlorvos.

طاردات ديدان الأمعاء anthelmintics

طاردات ديدان الأمعاء مصطلح يساء إستخدامه عالمياً لوصف عوامل تستخدم لعلاج عدوى طفيلية داخلية وليس فقط الديدان المعوية helminth worms. وعدد من الأدوية تم التوصل إليه لمقاومة هذه الأمراض من بينها بنزيميدازول benzimidazole والليفاميزول levamisole والإيفرميكتين ivermectin. ومن بين البنزيميدازول: الألبندازول albendazole والأوكستندازول oxtendazole والفينبيندازول fenbendazoler. أما الليفاميزول فهو مؤثر جداً فى علاج الدودة الممسودة فى القناة المعدية المعوية gastrointestinal nematode فى الماشية والخراف والخنازير. والأيفرميكتين ivermectin مخلوط من مركبين مرتبطين مأخوذين من الأباميكتين abamectin وهى أيضاً من *Streptomyces avermitilis*.

عوامل مضادة للفطر antifungal agents

فى الطب الحيوانى عدة أدوية تستخدم كعوامل مضادة للفطر لإستخدامها للسطوح الخارجية للجسم ومنها كيتوكونازول ketoconazole وثيابندازول thiabendazole وأحماض أليفاتية وحمض البنزويك ويستخدم النيستاتين nystatin والجريزيوفولفين griseofulvin بكثرة فى علاج عدوى الفطر فى الأنواع المنتجة للأكل وغيرها.

الهرمونات الستيرودية steroid hormones

من المعروف أن التستيرون له تأثير بانٍ anabolic effect فى كل من الإنسان والحيوان وقد إستخدم هو والهرمونات الستيرودية المشابهة كيماوياً فى إنتاج البقر لهذا الغرض.

وعالمياً هناك طريق للتصريح بتسويق الأدوية الحيوانية وهذه تتلخص فى: تطوير الدواء ومكوناته وإختبار الدواء ليقابل متطلبات الأمان والجودة والكفاءة، ثم تقديم طلب لتسويقه ومعه بيانات الأمان والجودة والكفاءة إلى الجهات المسئولة وهذه تقدر وتوصى بالقبول أو الرفض أو إجراء دراسات أخرى.

❖ متطلبات بيانات الأمان

safety data requirements

يمكن أن تقسم بيانات الأمان بالنسبة للمستهلك إلى قسمين: بيانات السمية وبيانات المتبقيات residual data.

• الدراسات السمية toxicology studies

تأخذ الدراسات السمية شكل نتائج دراسات المعمل وكذلك الإنسان *in vivo*. والمتطلبات تختلف من بلد لآخر ولكن يمكن تلخيصها فى المجموعة الإقتصادية الأوروبية EEC: سمية الجرعة الواحدة (حادة) ، سمية الجرعة المتكررة ، سمية الإنتاج. فالتأثير على الإنتاج وعلى الجنين وعيوب الوضع ؛ دراسات الطفرة mutagenicity studies ؛ دراسات مسرطنة ؛ وفعل العقاقير pharmacodynamics وحركيات الدواء pharmacokinetics ؛ وملاحظات على الإنسان.

وهناك ثلاثة أغراض أساسية من إجراء دراسات السمية: معرفة مستوى عدم التأثير (NOEL) no-observed effect level ؛ حساب المأخوذ اليومي المقبول (ADI) acceptable daily intake ؛ وتحديد حد أقصى للمتبقيات maximum residues limit (MRL).

ومستوى عدم التأثير عادة بالملليجرامات/كجم من وزن الجسم وأقل منه لايظهر أي تأثير.

إما المأخوذ اليومي المقبول فيحسب بقسمة مستوى عدم التأثير على عامل أمان يؤخذ إعتباطاً. وهذا عادة ١٠٠ لتأثير السمية الصغرى ولكن يمكن إستخدام عوامل حتى ٢٠٠٠ وهو يعبر عنه في ضوء وزن الجسم بإستخدام ٦٥كجم لوزن الجسم فيحسب المأخوذ اليومي المقبول كالآتي:

$$\text{المأخوذ اليومي المقبول} = \frac{\text{مستوى عدم التأثير} \times ٦٥}{\text{عامل الأمان}}$$

أما الحد الأقصى للمتبقيات فهو أقصى مايسمح به من بقايا الدواء ولكن كل مستهلك له عاداته في أكل الأغذية من مصدر حيواني مثل العضل أو الدهن أو الكلوة أو الكبد. ونظراً لهذه الإختلافات فإن هيئة الأغذية والزراعة وهيئة الصحة العالمية أوصت بمأخوذ دولي قياسي ٣٠٠جم عضل ، ١٠٠جم كبد ، ٥٠جم دهن و ٥٠جم كلوة و١٠٠جم بيض و ١,٥ لتر لبن لإستخدامها في الوصول إلى الحد الأقصى للمتبقيات.

وعند إعتبار قيم الحد الأقصى للمتبقيات فإنه يجب الأخذ في الإعتبار الطبيعة الكيماوية لهذه المتبقيات ونتائج نشاطها البيولوجي.

كما أن إختبار الأمان من جهة الكائنات الحية الدقيقة يجب أن يؤخذ في الإعتبار فالأدوية حتى يمكنها أن تؤثر على فلورا القناة المعدية المعوية للمستهلك إما بالسماح لنمو بكتيريا مقاومة أو السماح بنمو جراثيم لاتوجد عادة في القناة بإنقاص عدد الكائنات التي تكبحها.

• دراسات المتبقيات residue studies

بعد تحديد الحد الأقصى للمتبقيات فإنه يجب ضمان أن المتبقيات في الأنسجة لاتتجاوز هذا الحد وهذا يتم بتحديد فترة الإنسحاب withdrawal (أو الإحتفاظ withholding) للدواء فتعامل مجموعات صغيرة من الحيوانات بالأدوية عادة بالحد الأقصى الموصى به ثم تذبح الحيوانات في طريقة متتابعة بعد فترات مختلفة لتحديد مستويات المتبقيات التي تقع تحت الحد الأقصى للمتبقيات وهذا يختار لفترة الإنسحاب. والحيوانات يجب أن تبقى غير معاملة بالدواء أثناء هذا الوقت كحد أدنى للفترة مابين إعطاء الدواء والذبح وكإحتياط يجب تجنب اللبن والبيض والعسل حتى ينقضي هذا الوقت.

(Macrae)

مضادات الرغوة antifoaming

مادة مثل السيليكون والفوسفات العضوية والكحولات تثبط تكون الفقاقيع في سائل أثناء تقليبه بخفض توتره السطحي.

(McGraw-Hill)

antitoxin **مضاد للزعاف/التوكسين**

جسم مضاد antibody كونه الجسم إستجابة لزعاف بكتيرى والذى يتحد مع وعموماً يعادل الزعاف.
(McGraw-Hill)

antivitamin **مضاد للفيتامين**

مادة تشبه الفيتامين فى التركيب وتثبط الفيتامين من نشاطه الأيضى.
(Academic)

مضاد للكائنات الدقيقة (المكروب)
antimicrobial

أى مادة تهدم أو تثبط نمو كائن حى دقيق فى تركيزات يمكن أن يتحملها العائل المعدى.
(Academic)

المواد المضادة الطبيعية للكائنات الدقيقة
natural antimicrobials for food preservation

I– مضادات الكائنات الدقيقة من أصل نباتى
natural antimicrobials of plant origin

النباتات إستخدمت لقرون لخواصها ضد الكائنات الدقيقة، والمواد الموجودة فى هذه النباتات تعرف بإسم الكيماويات الخضراء green chemicals. وفى كثير من الأحيان كان لهذه المواد مذاق أو رائحة خاصة مما دعا إلى إستخدامها فى صناعات التجميل والأريجة أو الشذا فالأعشاب والتوابل إستخدمت ليس فقط لإحياء المذاق بل أيضاً كمواد حافظة أو مضادة للأكسدة.

ومعظم المواد المضادة للكائنات الدقيقة هى أيضات ثانوية من أصل بيولوجى تربينى terpenoid أو فينولى phenolic والباقى إنزيمات أيدروليتيـة hydrolytic (جلوكونازاتـات وكيتينازاتـات glucanases & chitinases) وبروتينات تهاجم أغشية الكائنات الحية الدقيقة. وعامة لايمكن عمل فاصل حاد بين مضادات الكائنات الدقيقة المشكلة constitutive والمحثة induced. وقد إقترح تقسيم أنظمة الدفاع الكيماوى للنبات إلى: ماقبل العدوى ومابعد العدوى. فما قبل العدوى preinfectional عوامل مضادات حيوية مشكلة، وقد تسمى ماقبل المثبط prohibitins والتى تخلق وتخزن فى أنسجة خاصة حيث تبطىء أو توقف فى الموقع الأصلى *in situ* نمو الكائنات الدقيقة فى الحال عند العدوى. ومن أمثلة هذه المركبات مكونات الزيوت الطيارة التى لها نشاط ضد الكائنات الدقيقة وعوامل ماقبل العدوى التى تتطلب زيادة فى تركيز عوامل مابعد العدوى لتؤدى عملها بتأثير مُرْضٍ تسمى المثبطة inhibitins. ويمكن معرفة نوعين من عوامل تثبيط مابعد العدوى: postinhibitins والأليكسانات النباتية phytoalexins. والمركبات من القسم الأول هى أيضات سامة تتكون بعد العدوى بحلماة أو أكسدة مكونات سابقة التشكيل. أما القسم الثانى فيشمل مكونات مضادات كائنات دقيقة تتخلق عند غزو النبات المضيف.

أ) الأليكسانات النباتية phytoalexins

يمكن أن تعرف الأليكسانات النباتية phytoalexins بأنها مُخَلَّقة بواسطة المضيف، وذات وزن جزيئي منخفض ومركبات لها طيف عريض ضد الكائنات الدقيقة والتي تخليقها من سوالفها البعيدة قد حُثّ في النبات إستجابة إلى عدوى كائن دقيق أو معاملة لأنسجة النبات بمدى من مركبات طبيعية أو مخلقة (مستنبطات حية أو غير حية biotic or abiotic elicitors). والأليكسانات النباتية phytoalexins هي مضادات حيوية نشطة عامة ضد الفطر المُمْرِض النباتي phytopathogenic fungi. وبعكس ما قبل المثبط prohibitins المشكلة من قبل فإن مقاومة المرض بسبب الأليكسانات النباتية phytoalexins هو عملية ديناميكية تتطلب تخليق من جديد *de novo* لأيضات ثانوية. كذلك فإن تخليق الإنزيمات المسئولة عن الأليكسانات النباتية phytoalexins يتم إستجابة للتعرض إلى الكائنات الدقيقة أو منبهات أخرى مؤثرة. والمستنبطات elicitors وهي المركبات التي تبتدىء تخليق الأليكسانات النباتية phytoalexins تشمل بروتينات البكتيريا إلى الأحماض الدهنية الفطرية إلى بضع سكريات مشتقة من النبات المضيف.

والنشاط المضاد للكائنات الدقيقة للأليكسانات النباتية phytoalexins غالباً من مايوجه ضد الفطر ولو أنه وجدت حالات وجهت ضد البكتيريا. ومشابهات الفلافونويدات isoflavonoids والتي تتميز بتركيب أساسي ك٦-ك٣-ك٦ C_6-C_3-C_6 هي أهم أقسامها. وتنتج البقوليات leguminosa منها البيساتين pisatin (الصورة ١-أ) من الـ *Pisum sativum* ، والفاصيولين phaseollin من الـ *Phaseolus vulgaris* والجليكيولين glyceollin من *Glycine max*.

وقد وجد أن زيادة الميل/الحب للدهن lipophilicity يترابط إيجابياً مع زيادة النشاط ضد الفطر. فالأليكسانات النباتية phytoalexins التربينية terpenoid مثل الريشيتين rishitin (الصورة ١-ب) توجد أساساً في العائلة البَاذِنْجَانِيَّة Solanaceae مثل درنات البطاطس. ونشاط الريشيتين في الزجاج *in vitro* ضد البكتيريا تُبطَ بمستويات منخفضة من الأيونات الموجبة كا$^{2+}$ و مغ$^{2+}$ مما يبين أن هذه المركبات تعمل على سيتوبلازم الغشاء للكائنات الدقيقة المستهدفة.

(أ) بيساتين

(ب) ريشيتين

صورة (١): الأليكسانات النباتية

(أ) من *Pisum sativum*

(ب) من *Solanum tuberosum*

ومجموعة أخرى من الأليكسانات النباتية ويشار إليها أيضاً كبروتينات لها علاقة بالمرض تشمل كيتينازات chitinases وثيونينات thionins والزياماتينات zeamitins والثوماتينات thomatins وغيرها ولأنها بروتينات فهي تهضم تماماً في الجسم ولايكون لها تأثير على صحة المستهلك. والكيتينازات تهاجم الكيتين وهو مكون رئيسي لجدار الخلية لمعظم الفطر المُمْرِض النباتي وكذلك للتركيب الهيكلي لمعظم اللافقريات مثل الحشرات والعتة mites. وكذلك للثيونينات وهي ببتيدات عديدة صغيرة مضادة للفطر والبكتيريا وتوجد في سويداء الحبوب مثل الشعير والشوفان والذرة. وهناك مركب قريب لها هو زعاف الفسكو viscotoxin في الهَدَال/الدَّبق mistletoe وقد إستخدمت مستخلصات ضد عدد من الأمراض كما أنها جزء من العلاجات العُشبية.

ب) الأحماض العضوية organic acids

توجد أحماض الستريك والسكسينيك والماليك والطرطريك في الفواكه مثل الموالح والراوند rhubarb والعنب والأناناس وفي الخضر مثل البروكولي والجزر ولها خواص محمضة ومضادة للأكسدة ومضادة للكائنات الدقيقة وهي تهاجم جدر الخلايا وأغشيتها وإنزيمات الأيض وأنظمة تخليق البروتين والمواد الوراثية وعلى ذلك فهي نشطة ضد مدى متسع من الكائنات الدقيقة.

ج) المركبات الفينولية phenolic compounds

المركبات الفينولية تساهم في ميكانيزم الدفاع عن أنسجة النبات وفي الخواص الحسية للنباتات الطازجة والمعاملة (المذاق والرائحة والمظهر) وفي خواصها التغذوية. وهي تتميز بحلقة أروماتية عليها واحد وفي أكثر الأحيان عدة مشتقات أيدروكسية hydroxy بما فيها مشتقات وظيفية. والمركبات الفينولية تقسم إلى ثلاثة مجموعات : ١- فينولات بسيطة وأحماض فينولية (مثل البارا كريزول والأحماض ٣-إيثيل فينول والأيدروكينون وبدائي الكاتيكويك protocatechuic والفانيليك والجاليك وسيرينجيك والإلاجيك. ٢- مشتقات حمض الهيدروكسي سيناميك (مثل أحماض باراكوماريك، كافييك، فيروليك، سينابيك). ٣- فلافونويدات وهي أهم الفينولات في الغذاء وتشمل الكاتيكانات ومولدات الأنثوسيانينات والأنثوسيانيدينات والفلافونات وجليكوسيداتها. أما التانين وهو مبلمر للفينولات وتتميز بترسيب البروتين من المحاليل المائية. والفينولات توجد في الشاي والقهوة والزيتون كما توجد في التوابل مثل الجنجرون والزنجرون zingerone والكابساسين capsaicin وهي تثبط إنبات جراثيم البكتيريا.

د- الزيوت الطيارة ومكوناتها
essential oils and their components

تذوب الزيوت الطيارة في الكحول وإلى حد ما في الماء وتتكون من مخاليط من الاسترات والألدهيدات والكيتونات والتربينات ومنها الثيمول من الزعتر وطبق الفتي أو السمسق oregono

وألدهيد القرفة cinnamaldehyde من القرفة واليوجينول من القرنفل. وقد وجد أن مركبات الزيوت الطيارة من مختلف النباتات تثبط كثيراً من الممرضات التى تحملها الأغذية.

وتتميز مكونات الزيوت الطيارة بدرجة كبيرة من عدم ميلها للمياه hydrophobicity وعلى ذلك تتوزع/تنقسم تفضيلياً فى الطبقات المزدوجة البيولوجية تبعاً لميلها للدهون وسيولة الغشاء. وتَجَمُّع المركبات التى تميل للدهون lipophilic فى الأغشية البيولوجية يعزز إتاحتها للخلية وبذا قد يثبط حيويتها. ولكن الميكانيزم قد يختلف. فمثلاً الكارفون والدهيد القرفة وهما مركبان يتقاربان فى عدم ميلهما للماء ولكن لهما ميكانيزمان ضد الفطر مختلفان. فكلا المركبين يثبط نمو *Pinicillium hirsutum* عندما يستعملان فى الطور الغازى فيحدث قمع كامل للنمو بسبب الكارفون طالما وجد المركب فى الجو، ولكن تثبيط نمو الفطر بواسطة ترانس الدهيد القرفة -trans cinnamaldehyde كان غير عكسى، وعلى ذلك فالكارفون يعمل كمثبط fungistatic بينما ترانس الدهيد القرفة يعمل كقاتل للفطر fungicide، وباستخدام *Saccharomyces cerevisiae* وجد أنه يسبب تقوضاً collapse جزئياً فى سلامة الغشاء السيتوبلازمى مما يؤدى إلى تسرب زائد للأيضات والإنزيمات من الخلية وأخيراً فقد للحيوية. فى حين أنه فى حالة الكارفون وإتفاقاً مع تأثيره التثبيطى وليس القاتل فإن فقد سلامة الغشاء لم يلاحظ.

ومضاد الفطر *Penicillium* sp. ، *Fusarium* sp. ، *Aspergillus* sp. وضد الأفلاتوكسين.

أ يد ك

ترانس ألدهيد القرفة فى زيت القرفة الصينية cassia

ويستخدم فى صيانة درنات البطاطس أثناء التخزين

يد٢ ك
أ
يد٢ ك
ك يد٣

كارفون من بذور الكراويا
Carum carix L.

II- مضادات الكائنات الدقيقة من أصل كائنات دقيقة

natural antimicrobials of microbial origin

أ) تستخدم بكتيريا حمض اللاكتيك كمزارع بادئة starter culture منذ زمن فى إنتاج اللحوم المتخمرة ومنتجات الألبان والخضروات وإستخدامها فى ضبط نمو كائنات دقيقة مشكلة معينة يعرف بإسم مزارع حامية protective cultures. وتؤثر على الممرضات

أو الكائنات الدقيقة المسببة للفساد بدون تأثير سلبى على الخواص الحسية أو العضوية الحسية للمنتج الغذائى. وبكتيريا حمض اللاكتيك (ب.ح.ل LAB) التى تنتج أقل كمية من الأحماض ولكن تفرز البكتريوسينات bacteriocins فى البيئة تعطى إختياراً جيداً كمزارع حامية.

وإستخدام بكتيريا حمض اللاكتيك كمزارع حامية فى الحد من المخاطر الصحية التى تتسبب عن السالمونيلا والاستافيلوكوكاى أو الكلوستريديا salmonella, staphylococci or clostridia خاصة عن ظروف إستخدام درجة الحرارة ، أظهرت إستطاعة هذه المزارع الحامية لبكتريا حمض اللاكتيك خفض مخاطر الكائنات الدقيقة وتستطيع خفض نمو المُمْرِضَات.

وأضيف لاكتوباسيلى منتجة للنيسين nisin لضبط نمو الكلوستريديا فى الجبن للبسط cheese spread والذى يسبب الإنتفاخ المتأخر late blowing المتسبب عن إرتباط مابين تكوين غاز وإنتاج حمض البيوتريك فينتج إمتداد جوهرى لعمر الرف للمنتج إذ قل الفساد بواسطة *Clostridium sporogenes*.

وقد لوحظ نقص فى الحمل العالى المبدئى فى السلطات المختلطة mixed salads عندما أضيفت بكتريا حمض اللاكتيك المنتجة للبكتريوسين bacteriocin. والمزارع البادئة قد تكون ذات نفع فى تخمر السوركراوت أو الزيتون حيث أنها تمنع نمو كائنات الفساد.

ب) البكتريوسينات المنتجة بواسطة بكتيريا حمض اللاكتيك bacteriocins produced by lactic acid bacteria

البكتريوسينات بروتينات صغيرة تنتجها عديد من أجناس البكتريا ومنها بكتريا حمض اللاكتيك والبكتريوسينات وما ينتجها يمكن إستخدامها لتكون عقبة hurdle لكبح نمو الممرضات من النوع الموجب لجرام Gram-positive مثل *Listeria monocytogenes* ، *Clostridium botulinum* ، *Bacillus cereus*. وأهم البكتريوسينات هى نيسين nisin والبديوسين pediocin. وإن عُرِفَ ٣٠ بكتريوسين تنتج بواسطة ١٧ نوع من بكتيريا حمض اللاكتيك. ولكن بالنسبة لحفظ الأغذية فإن الميزات المتوفرة هى مقاومتها العالية للحرارة نسبياً وتثبيط الممرضات المحمولة بالغذاء من النوع الموجب لجرام Gram-positive وكائنات الفساد.

جدول (١): الأغذية والمشروبات التى إستخدم فيها البكتريوسين نيسين.

المنتج الغذائى	الوظيفة أو الإستخدام
جبن من النوع السويسرى	منع الإنتفاخ بواسطة *Clostridia*
اللبن	مد عمر الرف
عصير طماطم	يسمح بإستخدام درجات حرارة أقل
أغذية معلبة	يضبط الفساد المسطح flat sour المتسبب عن بكتريا الفساد المحبة للحرارة thermophilic
سوركراوت	يجعل وظيفة البادىء على أمثلها بتحسين التنافس
البيرة	تثبيط الفساد بواسطة بكتريا حمض اللاكتيك
النبيذ	ضبط الفساد بواسطة بكتريا حمض اللاكتيك

١- نيسين nisin

بروتين يتكون من ٣٤ حمض أميني ثابت في المعقم ويثبط بكفاءة نمو ممرضات من التي يحملها الغذاء من النوع الموجب لجرام مثل L. monocytogenes و S. aureus ويمنع نمو outgrowth جراثيم من أنواع Clostridium و Bacillus. وهو نشط في الأغذية الحمضية وينتج عن سلالات من Lactococcus lactis subsp. lactis ولو أن السلالات المختلفة تنتج أشكالاً مختلفة من حيث تكوين الأحماض الأمينية. والنيسين يمكن إستخدامه بأمان لأنه يهدم تماماً في القناة الهضمية. وهو يستخدم مع الجبن من النوع السويسري فيمنع الإنتفاخ لأنه يثبط الكلوستريديا المنتجة للغاز. وفي الأغذية المعلبة مثل الخضروات والشوربة والبودنج يستخدم التسخين مع الحرارة ليعادل الجراثيم المقاومة للحرارة للبكتريا المحبة للحرارة المسببة للفساد السطحي. كما يمكن إستخدام النيسين مع الحرارة في إنتاج اللبن في البلاد حيث لاتوجد تسهيلات مرضية للبسترة والتبريد والنقل. وعند إستخدام النيسين مع أحماض الخليك واللاكتيك أو السيتريك فإن كفاءة السلق والبسترة قد تكون أفضل عما لو كانت عند إستخدام النيسين أو الأحماض العضوية وحدها. وإستخدام النيسين مع النتريت في منتجات اللحوم قد يسمح بإستخدام أقل من النتريت ليؤدي نفس الدرجه من التثبيط للكلوستريديا، فإرتباط النيسين بجسيمات اللحم والتركيز العالي للملح قد يقلل من كمية النيسين في المحلول.

٢- بديوسين pediocin

هذه بكتريوسينات تنتجها بكتريا حمض اللاكتيك من جنس Pediococcus. فبديوسين أ pediocin A ثبط مدى متسعاً من بكتريا حمض اللاكتيك وأيضاً عدة كلوستريديا S. aureus and B. cereus.

وبديوسين ب أ-١ pediocin PA-1 وتنتجه سلالة من Pediococcus acidilactici يثبط نمو L. monocytogenes في الجبن القريش والكريمة نصف-نصف وصلصة الجبن لمدة أسبوع على ٤°م. ولم يتأثر نشاط البديوسين ب أ-١ بالدهن أو البروتينات الموجودة في الغذاء بينما كان هناك تآزراً بينه وبين حمض اللاكتيك. وهو غير سام وغير مولد للمناعة ويهضم بواسطة الإنزيمات المعوية كما أن بديوسين أ.س.هـ pediocin AcH وغيرها لها نشاط ضد الليستريا وكفاءة في سجق البقر والسجق شبه الجاف والفرانكفورتر واللحم الطازج.

٣- ساكاسين sakacin

الساكاسينات تنتجها Lactobacillus sake وتعمل ضد الكائنات المفسدة للحوم وتضبط L. monocytogenes ومنها مايعمل على بكتريا حمض اللاكتيك والممرضات الموجبة لجرام التي تحملها الأغذية C. botulinum و S. aureus أو C. sporogenes.

والبكتريوسينات من بكتريا حمض اللاكتيك قد لاتعمل على البكتريا السالبة لجرام Gram-negative ولا الخميرة ولا العفن molds فإنه في

وجـود عوامـل الخلـب والعوامـل السـطحية surfactants أو الصدمة التناضحيـة osmotic shock (ملـح عـالٍ) قـد تسـبب حساسـية فيـها فإرتباطـات مـع النيسـين الـذى يثبـط الـ Salmonella والأنـواع الأخـرى السالبة لجـرام.
وهنـاك ثـلاث طـرق لإيصـال البكتريوسـينات إلى الغذاء: الأول إستخدام مزرعة نقية لبكتريا حمض اللاكتيـك المنتجـة للبكتريوسـين ونجـاح هـذه الطريقة يتوقف على مقدرة البكتريا للنمو وإنتـاج البكتريوسين تحت ظروف الغذاء من درجة حرارة ورقم جـ يـ وغير ذلك. والثانية يستخدم تحضير (شِبْه) نقى من البكتريوسين. وأخيراً تحضير خام crude مـن البكتريوسـين يحضـر بتنميـة بكتريـا حمـض اللاكتيك المنتجة له على مادة تفاعل معقدة طبيعية مثل اللبن وبذا يتجنب إستخدام مركـب منقى مع إستخدام تحضير معروف ذى نشاط ثـابت. والنيسين يخرج فـى مادة التفاعل ثم بالبسترة تقتل البكتريا بينما يبقى النيسين وهو ثابت ضد الحرارة.
(Smid & Gorris)

جسم مضاد antibody

بروتين يوجد أساساً فى سيرم الدم وينتج عن أى مـادة طبيعيـاً أو إسـتجابة لمسـتضاد/مولـد الضـد antigen ويتمـيز بتفاعلـه المتخصـص مـع المستضاد/الجسم المضاد المكمل له.
(McGraw-Hill)

مستضاد/مولد الضد antigen

مادة تسبب تكون الجسم المضاد أو تسبب إستجابة خلوية.
(Academic)

الضغط العالى فى تقنية الغذاء

بالرغم من أن دراسـات إسـتخدام الضغـط العـالى إبتدأت فى فرنسـا فـى سـنة ١٨٨٤ – ١٨٨٥، وفـى الولايات المتحـدة فـى الفـترة مـن ١٨٩٩ – ١٩١٤ فإنه فى الواقع لم يتم الإلتفات إليها إلا فـى عـام ١٩٨٩ حين شجعت نتائج أبحـاث هاياشـى اليابانى وزارة البحث العلمى والصناعة والتجارة فـى اليابان على إستخدام الضغط العالى فى حفظ الأغذيـة مما نتج عنـه منتجـات معاملـة بـالضغط العـالى سُـوِقت تجارياً فى اليابان كما هـو موضـح فـى الجـدول رقم (١).
والوحـدة الدوليـة لقيـاس الضغـط هـى الباسـكال Pascal وتختصر إلى با Pa وتسـاوى ١ نيوتـن م$^{-2}$ $1\ N\ m^{-2}$.
ويعرف النيوتـن بأنـه الوحـدة الدوليـة للقـوة force وهو القوة التـى تعطـى إسراعاً قـدره متر واحـد لكل ثانية مربعة لكتلة كيلو جرام واحد (١ ن $1\ N =$ ١ كجم.م.ث$^{-2}$ $1\ kh/m/s^{-2}$)

ويمكن توليد نوعين من الضغوط
- ضغوط ديناميكية مثل الإنفجارات.
- وضغوط ساكنة وهذه تولد بطريقة مستمرة فى حجم معين.

والأجهزة الموجودة حالياً والمستخدمة في صناعات الخزف والكوارتز تسمح بالحصول على ضغوط حوالي ١٠٠٠٠ ميجا باسكال. وهذه يمكن إستخدامها بإستخدام وسط يمكن أن يكون غازياً أو سائلاً أو صلباً. فإذا إنتقل الضغط في مادة صلبة بمعنى أن الوسط الناقل للضغط هو مادة صلبة فإن المادة المضغوطة تتعرض لضغط يسمى ضغط غير متوازن التضاغط non-isostatic أي أن موجة لمحور واحد أو أكثر وفي هذه الحالة ينسحق المنتج المعامل.

أما إذا إنتقل الضغط بواسطة مائع fluid (سواء كان سائلاً liquid أو غازاً) فيقال له أنه متوازن التضاغط isostatic وفي هذه الحالة يتبع قانون باسكال، والذي يتميز بـ :

أ- متماثل في جميع نقط الحجم الواقع تحت الضغط.

ب- ينتقل لحظياً instantly.

جدول (١): منتجات غذائية معاملة بالضغط العالي ومسوقه تجارياً في اليابان.

المنتج	المعاملة	الحفظ	غرض المعاملة
◊ كمبوت، جل، صلصة حلويات، زبادي	٤٠٠ ميجاباسكال لمدة ١٠-٣٠ ق على ٢٠°م	التبريد لمدة شهرين	البسترة - تحسين تكوين الجل - إختراق السكر
◊ فواكه إستوائية على سكر	٥٠-٢٠٠ ميجاباسكال	-١٨°م	إختراق السكر
◊ جانبون خام	٢٥٠ ميجاباسكال	بالتبريد	الإنضاج - التطرية - الحفظ - خفض نسبة السكر
◊ سجق وبانيه السمك	٤٠٠ ميجاباسكال	التبريد لأسبوعين	البسترة وتكون الجل
◊ جاتو الأرز بالطحلب والأعشاب	٤٠٠ ميجاباسكال لمدة ١٠ ق على ٤٥ أو ٧٠°م	التبريد لمدة شهر	تنقية من الكائنات الدقيقة
◊ أرز منخفض الحساسية		درجة حرارة الحجرة	خفض الحساسية
◊ بكتريا تساعد على تكوين النويات والثلج			تثبيط البكتريا بدون فقد خواص تكوين النويات

والمنتج لايقع عليه منحدر من الضغط gradient ولايتغير في الشكل. كما أن كفاءة المعاملة لاتتوقف على حجم المادة مثلما هو الحال في حالة إستخدام الحرارة. والجدول (٢) يبين الفروقات مابين المعاملة بالضغط والمعاملة بالحرارة.

ومعاملة الأغذية بالضغط العالي تعتمد على تطبيق توازن التضاغط بواسطة سائل liquid هو عادة الماء ولذا فقد يسمى ضغط عالي أيدروستاتي. أما في حالة الغازات فإن الضغوط المستخدمة لاتستطيع تجاوز <٥٠ ميجابا Mpa بسبب الطاقات المتولدة داخل الغاز المضغوط ومايتبع ذلك من

مخاطر إنفجار الوعاء أما فى حالة السوائل مثل الماء فهذه غير منضغطة وتخزن طاقات أقل كثيراً من الغازات وبذا يقل خطر الإنفجار كثيراً.

جدول (٢) : الفروق بين المعاملة الحرارية والضغط العالى.

الضغط متوازن التضاغط	الحرارة
♦ النقل الفورى – لايوجد تدرج فى الضغط	♦ إنتقال متأخر – تدرج فى درجات الحرارة
♦ متماثل: كل نقاط الحجم متماثلة	♦ غير متماثل
♦ يستمر دون دعم من الطاقة	♦ إستمراره يحتاج لدعم الطاقة
♦ نقط الارتفاع فى الضغط ♦ يحتاج لطاقة	♦ الإحتفاظ بدرجة الحرارة يحتاج للطاقة

العلاقة الثرموديناميكية بين الضغط ودرجة الحرارة

الضغط ض P مثل درجة الحرارة معلم ثرموديناميكى حيث :

$\Delta U = T\Delta S - P\Delta V$ Δقد = γΔب – ضΔح

U = internal energy حيث قد = الطاقة الداخلية

ب= درجة التعادل الحرارى / قياس الطاقة اللامتاحة

S = entropy

V = volume ح = الحجم

وهذا يسمح بتطبيق هذه التقنية فى:

١– هدم الكائنات الدقيقة التى تلوث الغذاء على درجة حرارة أقل من ٤٠°م أو البسكلة pascalization (كما سماها اليابانيون نسبة إلى باسكال Pascal) تسمح بزيادة مدة الحفظ للأغذية مع المحافظة على محتواها من فيتامينات أو على مذاق قريب جداً أو مماثل للمنتجات غير المعاملة.

٢– كما تسمح بتطوير منتجات لها خواص فريدة بالنسبة للقوام والمذاق والمظهر.

٣– تسمح بتحسين بعض طرق الإنتاج مثل فى حقل إختراق المواد الذائبة للمنتجات كما فى التجميد freezing والتيع thawing.

٤– تسمح بالتعقيم على درجات حرارة أقل من ١٠٠°م.

٥– تسمح بتحوير الجزيئات الكبيرة macromolecules أى تحوير البروتينات والسكريات العديدة (القوام والتحوير الإنزيمى). والجدول (٣) يبين تطبيقات الضغوط العالية متوازنة الضغط isostatic فى تقنية الغذاء.

والأجهزة كما فى شكل (١) تتكون من وعاء للضغط pressure vessel ومن دائرة ضغط عالى ومن مضخة خارجية لضغط السائل أو مكبس داخل وعاء الضغط (تبعاً لنوع نظام الضغط) ومن وحدة تحكم ونظام للتبريد والتسخين.

نظام الإنضغاط

نظام الإنضغاط إما أن يكون غير مباشر أو مباشر.

ففى النظام غير المباشر يدفع سائل الضغط بواسطة مضخة فى وعاء الضغط المغلق – والذى يحتوى المنتجات المعبأة – وذلك عن طريق أنابيب معدنية مقاومة. وهذا السائل يحل محل الهواء حول المنتجات وعند قفل الصمام يسمح بزيادة الضغط فى وعاء الضغط بسرعة من ١٠٠ – ٢٠٠

ميجابا Mpa/دقيقة وعند فتح الصمام ينزل الضغط ويفتح الوعاء وتخرج المنتجات المعاملة أى أنها طريقة دفعات.

ومما يذكر أن المنتجات تخفض الحجم النافع بمقدار ٥٠ – ٨٠٪ من حجم وعاء الضغط، تبعاً لنوع الأوعية.

أما فى الطريقة المباشرة فإن الضغط يولد عن طريق مكبس وهذا يقلل من حجم الوسط المضغوط ويسمح بسرعة إنضغاط أسرع قد تصل إلى ١٥٠٠ ميجابا/دقيقة وإن كانت من الوجهة العملية تحد بسبب مشاكل إحكام الهواء بين المكبس وجدار وعاء الضغط.

والمنتجات يمكن معاملتها معبأة أو إذا كانت سائلة تدفع مباشرة داخل وعاء الضغط وفى هذه الحالة فإن المعاملة قد تكون شبه مستمرة فيملأ وعاء ضغط بينما يضغط الثانى ويفرغ الثالث، علماً بأن السائل المضغوط يعبأ (يعبزج) bottled مطهراً aseptically. يوجد وحدتان يعامل أحدهما ٦٠٠ لتراً من عصير الجريب فروت فى الساعة والآخر يعامل ٤ طن من عصير اليوسفى فى الساعة.

التعبئة

من وجهة النظر العامة فإن المواد المرنة مناسبة للتعقيم بالضغوط العالية حيث أن المواد الجاسئة rigid أو نصف الجاسئة تؤدى إلى ظهور تدرج فى الضغط مما يتسبب عنه تغيرات فى الشكل وتمزق.

وتدل الخبرة اليابانية على أن الأفلام اللدنة ذات الطبقة الواحدة أو متعددة الطبقات لاتتغير من حيث خواصها الميكانيكية بطريقة جوهرية، ولاتتغير خواص حجزها ولاتتأثر عتبتها للهجرة تحت ضغوط من ٤٠٠–٦٠٠ ميجابا. فإستخدام بوليمر متزاوج copolymer من الايثيلين كحول الفينايل EVOH أو فلم مكون من عديد الفينايل PVOH يبدو مناسباً.

أما الأوعية الزجاجية فلا تصلح إلا إذا وضع عليها مادة لدنة لينة جداً والأوعية المعدنية أو التى من الألمنيوم تتغير فى الشكل تحت الضغط تغيراً غير عكسى مما يتبعه إنفصال أحبار الطباعة.

ولكن يمكن إستخدام مواد مرنة على أن يكون لها حيزاً علوياً صغيراً لأن وجود غاز فى مادة التعبئة أثناء الضغط يجلب نوعين من المتاعب:

أ- أن الفرق فى الإنضغاط مابين الغاز والسائل أو الصلب يجلب تغيراً فى الشكل ينتج عنه تمزق العبوة.

ب- وجود الهواء يقلل من التأثير الهادم للضغط على الكائنات الدقيقة (بينما أن وجود ك أ٢ يزيدها).

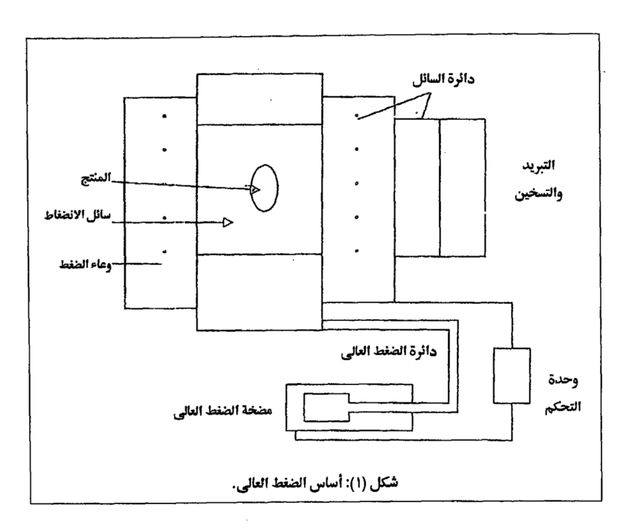
وشكل التعبئة مهم لأنه يؤثر على نسبة ملء وعاء الضغط وبالتالى عائد الأجهزة.

التفاعلات الفيزيقية-الكيماوية تحت الضغط

يؤثر الضغط العالى على هذه التفاعلات تبعاً لقاعدة لوشاتيليه Le Chatelie's principle التى تنص على أن التغير فى ظروف أى عملية توازن ينظم بحيث يعاكس التغيير. وهذه القاعدة تطبق فى تأثير تغيرات درجة الحرارة وفى الضغط وفى تركيز مواد التفاعل الكيماوى. وفى هذه الحالة فإنه عند التوازن فإن خفض الحجم يدعم بزيادة فى الضغط والعكس بالعكس.

جدول (٣): تطبيقات الضغوط العالية متوازية التضاغط في تقنية الغذاء.

التطبيق	الخواص	المنتجات	العوائق	المزايا
البسكلة	هدم الكائنات الدقيقة الخضرية والطفيليات على درجة حرارة <٤٠°م.	العصير، قطع الفاكهة. منتجات اللحم جانبون وبانيه لحم وسمك، الأطباق المطبوخة، اللبن والجبن والبقول المطبوخة.	الحفظ على درجة حرارة تبريد ضروري. هدم الإنزيمات غير تام.	المحافظة على المذاق وزيادة مدة الحفظ من أسابيع لأشهر. لايوجد نظام مستمر للسوائل ولاتهدم الجراثيم.
التعقيم	هدم الكائنات الدقيقة الخضرية والمتجرثمة والفطر والطفيليات.	الأطباق المطبوخة من سمك ولحم وفواجرا.		خفض المعاملة الحرارية. لايوجد فرن طبخ.
التشريب (تسكير وتثليج)	إسراع نقل المواد الذائبة بالتآزر بين التناضح والضغط متوازن الإنضغاط. نفاذية الخلايا.	تتشرب بالعبير والمادة الملونة.		خفض وقت التمليح والتسكير بعامل يتراوح بين ٥-٥٠٪. المحافظة على المذاق الخام. لاتكاثر للكائنات الدقيقة أثناء المعاملة. تجنب تسخين الفاكهة المعدة للتسكير.
تحوير الجزيئات الكبيرة	تحوير التركيب الثلاثي الأبعاد لعديد السكريات والبروتينات. تثبيط وتنشيط الإنزيمات.	كل المنتجات الخام المحتوية على بروتينات. مضافات عديد السكر والنشا والكاراجينان.	لايتكون الجل مع بعض المواد (كاراجينان). تثبيط جزئى لإنزيمات التغيير - إنقاص وتحوير لون اللحم (أقل من ٢٠٠ ميجاباسكال)	تكوين القوام، خفض الحساسية. وزيادة تكوين جل على درجة حرارة منخفضة.
التجميد والتيع	تحوير الحالة الفيزيقية لجزيئات الماء فى المنتجات. التحول من الحالة السائلة إلى حالة الثلج.	كل المنتجات التى يتحور قوامها بالتجميد مثل الفواكه المغطاة. المواد التى ستجمد حساسة للكائنات الدقيقة.	لايوجد تقليب تحت الضغوط يمكن أن يسهل نقل الحرارة.	تجميد سريع جداً فى ثوان معطياً بلورات ثلج صغيرة جداً. تيع مُسَرَّع بعامل ٣ لأجزاء اللحم. لاتكاثر للكائنات الدقيقة أثناء التجميع. خفض مقدار القطارة فى التيع.



شكل (١): أساس الضغط العالى.

التفاعلات الفيزيقية

تؤدى زيادة الضغط إلى تقارب الجزيئات وهذا قد يصحبه خفض فى الحجم الذى توجد فيه الجزيئات أو أن الحجم يستمر ثابتاً ولكن يدخل فيه عدد أكبر من الجزيئات. وهذا التقارب الجزيئى قد يؤدى إلى تغير فى الحالة حيث يتحول من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة – وهذا يعكس عند إزالة الضغط. وهذا مايحدث للماء والدهن على وجه الخصوص.

التفاعلات الكيماوية والكيماوية الحيوية

لاتؤدى زيادة الضغط إلى تكسير الروابط التساهمية فى الجزيئات حيث أن هذا التكسير يصحبه زيادة فى الحجم. ولكن الروابط الأيدروجينية والأيونية والتفاعلات غير المحبة للماء hydrophopic الموجودة فى الجزيئات الكبيرة مثل البروتين وبوليمرات الكربوايدرات يمكن أن تحور بطريقة غير عكسية بعد إزالة الضغط.

حالة الماء

التحويرات فى الخواص الفيزيقية للماء مهمة حيث أن الماء هو أحد المكونات الأساسية لمعظم الأغذية بجانب أنه السائل الناقل للضغوط المستخدمة عادة. ويؤدى الضغط إلى رفع درجة حرارة الماء فى حين أن إزالة الضغط تؤدى إلى التبريد. ونظرياً فإن التغيير فى درجة

حرارة الماء عند درجة + ٢٠°م هو ٢,٥ ك (كلفن) لكل ١٠٠ ميجابا Mpa ومن الوجهة العملية فإن إرتفاع درجة الحرارة بالضغط منخفض جداً لأن جدران وعاء الضغط لها معامل توصيل حرارى مرتفع يسمح بإزالة الحرارة. والماء ينضغط عند درجة حرارة ٣٠°م بمقدار ٤٪ عند ١٠٠ ميجابا، و٧٪ عند ٢٠٠ ميجابا، و١١.٥٪ عند ٤٠٠ ميجابا، و١٥٪ عند ٦٠٠ ميجابا، وبحوالى ٢٠٪ عند ١٠٠٠ ميجابا. ويتغير الإنتضغاط قليلاً جداً مع تغير درجات الحرارة.

ونقطة الإندماج للماء تنخفض بالضغط حتى ٢١٠ ميجابا وعند هذا الضغط يبقى الماء سائلاً عند -٢٢°م. وتحول الماء إلى ثلج يصاحبه زيادة فى الحجم حوالى ١٠٪ وهذا يعارضه زيادة فى الضغط وعند ضغوط أعلا فإن درجة الإندماج تزيد من جديد لأن الثلج من أشكال (VI, V, III) هى أكثر كثافة من الماء. فعند ٢٠°م يتحول الماء إلى ثلج عند ٨٨٤ ميجابا (شكل ٢) وهذه التحولات فى حالة الماء تحت ضغط تسمح بتطبيقات فى حقول التجمد والتيع thawing وحتى فى الحفظ على درجات حرارة سالبة دون تجمد المواد الغذائية والبيولوجية. (Tonello)

ويمكن تغيير خواص الماء التجميدية بإستخدام الضغط فعند درجة حرارة الغرفة يتجمد الماء عند حوالى ١٠٠٠ ميجابا منتجاً مايسمى الثلج الدافىء warm ice. وعند ضغوط أقل فإن نقطة تجمد الماء تصل إلى -٢٢°م عند ٢٠٧,٥ ميجابا. وهذه الظاهرة تسمح بالتخزين تحت درجة حرارة الصفر المئوى بدون تكوين بلورات ثلج، كما تسمح بتيع المواد المجمدة تقليدياً بواسطة خفض الضغط، ويسمح بسرعة تجميد الأغذية بواسطة زيادة الضغط على الأغذية المحفوظة تحت درجة حرارة أقل من الصفر المئوى مع مايصحب ذلك من تحسين الجودة نتيجة تكون بلورات ثلج صغيرة.
(Earnshaw)

فمثلاً إن تجمد الماء عند درجات حرارة أقل من صفر°م يمكن أن يمنع بواسطة الضغط العالى فإستخدام عملية تحتوى على:

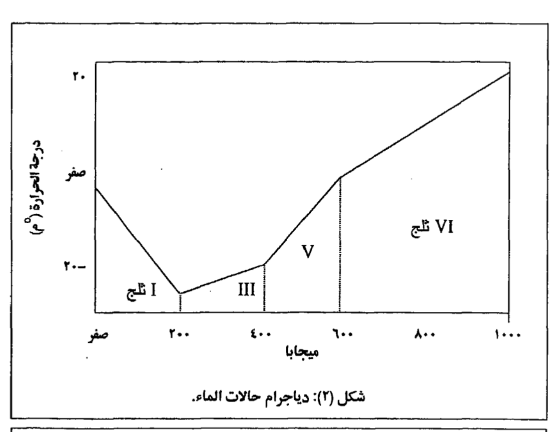
١- ضغط ثابت درجة الحرارة
isothermal compression

٢- تبريد متساوى الضغط
isobaric cooling

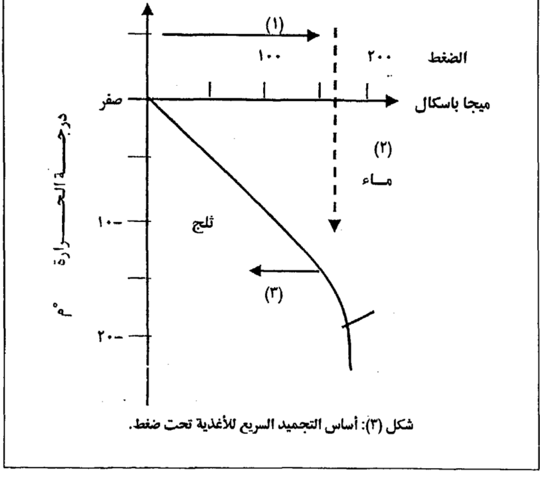
٣- ويتبعه إزالة ضغط سريع
rapid decompression

فإن تبلراً سريعاً جداً للماء يمكن حدوثه مما يؤدى إلى تكون بلورات ثلج صغيرة جداً مما ينتج عنه ضرر صغير لخلايا الأغذية ذات الأصل النباتى (شكل ٣). (Schwertfeger)

ومن وجهة نظر كيماوية فإن الضغط يزيد من تأين الماء والأملاح والأحماض والقواعد عن طريق ظاهرة "التقبض الكهربى electrostriction" (جزيئات الماء وهى قطبان dipoles مشحونان كهربياً ترتب نفسها حول الأيونات بطريقة تسمح بخفض حجم النظام) وبذا فإن جيد ينقص بالضغط لأن تركيز أيونات يد$^{+}$، أ يد$^{-}$ يزيد بتأثير إنحلال الماء جيد الماء النقى الذى يتغير من ٧,٠ عند ٠,١ ميجابا إلى ٦,٦٥ عند ١٠٠ ميجابا، إلى ٥,٨٦ عند ٤٠٠ ميجابا، إلى ٥,٢١ عند ٨٠٠ ميجابا.
(Tonello)



شكل (٢): دياجرام حالات الماء.



شكل (٣): أساس التجميد السريع للأغذية تحت ضغط.

تأثير الضغوط العالية على مكونات الأغذية

يبين الجدول (٤) تأثير الضغوط العالية الأيدروليكية مـابين ١٠٠، ١٠٠٠ ميجابـا علـى درجـة حـرارة الحجرة على مكونات الأغذية.

الفيتامينات ليست غنية فى الروابط الضعيفة ولـذا لايتغير محتواها بالمعاملة بالضغط العالى.

أما الكربوايدرات فالأحادية منها والثنائية لاتتـأثر. ولكن السكريات العديـدة ومشتقاتها فتُثبـط تكـون الجل كما فى الكاراجينانـان، ولكن الضغوط تُثبت جـل الأجـاروز agarose (الأجـاروز هـو الجـزء المكـون للجـل فـى الآجـار ولـه تركيـب حلزونـى مزدوج حيث تتجمع الحلزونات المزدوجة لتكون تركيباً ثلاثى الأبعاد يحتفظ بجزيئات المـاء بـين الصدوع وهكـذا يكـون جـل ينعكـس بـالحرارة thermoreversible)، كمـا تتغيـر درجـة حـرارة تحول صل-جل، وعلى ذلك فإنـه عند ٤٠٠ – ٥٠٠ ميجابا يصبح تكون جل النشا ممكنـاً عنـد درجـة حرارة ٤٥ – ٥٠°م، ويكـون الجل فـى هـذه الحالـة أكـثر طـراوة وتألقـاً. وتركيـب جزيئـات السـكريات العديدة فى المحلول أو الجل يتوقف علـى تركيب الماء المحيط بالجزيئـات وعلـى التفاعلات الأيونية ionic interactions. ونظراً لتفضيـل التـأين تحـت الضغوط فإن الكبارى الملحية salt bridges التـى توصـل الجزيئـات الكبـيرة المشـحونة مثـل جـل الألجينـات أو البكتـين تضطـرب وهـذا يـؤدى إلى تسييل liquification تحـت تأثير الضغـط والـذى يظهر إنتقال صل-جل عكسى عند إزالة الضغط بعـد ذلـك. وتحـت تأثير ضغـط عـالى يمكـن ملاحظـة إنتفاخ جسيمات النشـا المنتشرة فـى وسـط مـائى وتحت ظروف معينـة – تتوقف مثلاً علـى نـوع النشا يتبع هذا الإنتفاخ تجلتن غير عكسى.

جدول (٤): تأثير الضغـوط العالية على مكونات الأغذية مابين ١٠٠–١٠٠٠ ميجاباسكال على درجة حرارة الحجرة.

الجزئ	تأثير الضغط	الأهمية
الفيتامينات	لاتتأثر.	لاتفقد الفيتامينات.
الكربوهيدارات	لاتأثير على السكريات البسيطة.	لاتغيير فى المحتوى.
	تحوير فى تركيب السكريات العديدة.	تغيير فى خواص التثخين وتكوين الجل.
البروتينات	مسخ.	تكوين قوام جل.
	تثبيط أو تنشيط الإنزيمات.	تحوير النشاط الإنزيمى.
الدهون	التحول من سائل إلى صلب.	الإحتفـاظ بالشـكل الصلـب علـى درجـات حرارة مرتفعة.
أحماض نووية	تثبيت التركيب الحلزونى.	لايوجـد تأثـير ميوتـاجينى علـى الكائنـات الدقيقة.

وبعض مخاليط البوليمرات البيولوجية مثل بروتينات الشرش والجيلاتين أو بروتينات الشرش والبكتين تكون مايسمى جلاً ثنائى الطور biphasic gels بالمعاملة بالضغط مما قد يسمح بتكوين منتجات جديدة ذات طعم فمى جذاب.
(Schwertfeger)
والدهون القطبية (الفوسفوليبيدات) وهى مكون رئيسى للأغشية البيولوجية كما فى الكائنات الدقيقة أو فى غشاء كرية دهن اللبن الطبيعى يحدث فيها أن بروفيلات الإنصهار والتصلب تتغير shifted بمقدار ١٥ – ١٦ ك K لكل ١٠٠ ميجابا. وفى حالة الضغط السريع و/أو إزالة الضغط فإن التسخين و/أو التبريد المعزول حرارياً يتم فى حدود ١٠ ك K لكل ١٠٠ ميجابا، وهذا أقل كثيراً من الزيادة فى درجة حرارة الإنصهار. فعندما يتعرض دهن اللبن فى حالته المستحلبة – أى فى اللبن الطبيعى أو المجنس أو الكريمة – إلى الضغوط العالية فقد وجد أن عملية تبلر دهن اللبن يمكن أن تسرع وأن سلوك فوق التبريد لهذه الأنظمة يمكن التغلب عليه. وقد تم تتبع ذلك بتقدير محتوى الدهن الصلب solid fat index بالرنين المغناطيسى النووى nuclear magnetic resonance ويمكن الإستفادة من ذلك بتقليل زمن تعتيق الجيلاتى أو الكريمة فى عمل الزبد.
(Buchheim)
والضغوط الجوية تعمل على تبلر الدهون بشكل سائل وهى تُكَون تفضيلياً البلورات التى هى أكثر كثافة (والتى لها نقطة إندماج fusion أعلا مايمكن) وفى حالة الشكولاته فإن تَكَوُن بلورات β يُفضَل على تَكَوُن بلورات β¹ والتى تُفَضَل على تَكَوُن بلورات α مما يسمح بوضع طريقة جديدة لتهيئة الشكولاتة.
وبالنسبة للبروتينات وحيدة السلسلة monocatenary فإن ١٥٠ ميجابا أو أقل لاتؤثر أو تأثيرها عكسى، وعند ٢٠٠ ميجابا يحدث تغيرات فى التركيب الثالث للبروتين (Schwertfeger) ولكن عند (٣٠٠) ٥٠٠ ميجابا فإن التأثير يصبح غير عكسى وتمسخ البروتينات.
وإنحلال البروتينات البضعة oligomeric يزيد بالضغط إبتدائاً من ١٥٠ – ٣٠٠ ميجابا وبعد الإنحلال فإن تحت الوحدات تميل إلى تكوين تجمعات وإلى أن تُمْسَخ بسهولة أكثر فمحاليل البروتينات من البيض أو الشرش أو الصويا أو اللحم أو السمك تُكَون جلاً أثناء المعاملة بالضغط العالى حتى على درجات حرارة منخفضة.
(Schwertfeger)
أما بالنسبة للإنزيمات فإن الضغوط الأقل من الضغوط المُمْسِخَة يمكن أن تستخدم فى تعديل النشاط الإنزيمى حيث قد يتغير تركيب الإنزيم أو ميكانيزم التفاعل أو بتأثير الضغط على خطوة حفز معينة.
والضغوط العالية حتى ١٠٠٠ ميجابا على الأقل لاتؤدى إلى هدم حمض الدى أكسى ريبونيوكليك (د.أ.ر.ن) وهذا يفسر بأن الحلزون المزدوج (د.ا.ر.ن) مُثَبَت بواسطة روابط أيدروجينية وهذه تقوى بالضغط. وهذا يعاكس التأثير الميوتاجينى. وبالعكس فإن التفاعل بين الأحماض النووية والبروتينات يتأثر بالضغط العالى مما يفسر لمَ أن الكائنات التى توجد فى قاع البحر مثل البكتريا لاتستطيع الإنقسام بعد ٧٠ ميجابا.

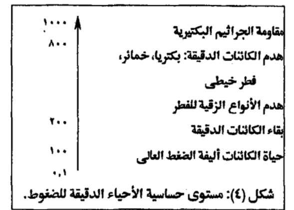
التأثير على الكائنات الدقيقة

البكتريا السالبة لجرام والعصوية أكثر تأثراً بالضغوط عن البكتريا الموجبة لجرام والكروية، ففي اللبن الخام الفلورا غير المتجرثمة والتي تستطيع مقاومة الضغوط حتى ٨٠٠ ميجابا تتكون من الكروية والموجبة لجرام *Micrococcus* & *Microbacterium* فأغشيتها أقل حساسية عن السالبة لجرام. ولكن التعميم يجب أن يكون حذراً لأن مقاومة الضغوط يمكن أن تتغير بالنسبة لبكتريا واحدة من مستعمرة واحدة أو نمط مصلي serotype إلى آخر فمقاومة الضغوط لاترتبط بالمقاومة الحرارية للمستعمرات.

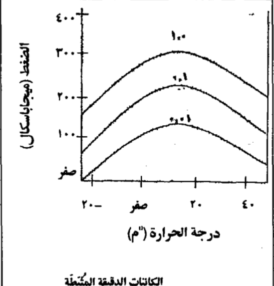
أما بالنسبة للفطر فإن الدراسات دلت على أن الخمائر والعفن الموجودة في وسط صناعي أو في الأغذية تهدم في مستوى واحد وأن الخمائر من نوع *Candida* هي الفطر الأكثر مقاومة وأن جراثيمها أكثر مقاومة من الخلايا الخضرية. ولكن مقاومة الخلايا البكتيرية المتجرثمة أكبر من مقاومة الأبواغ الزقية (*Saccharomyces cervisiae* & *Aspergillus oryzae*) والتي يمكن أن تهدم في بضع دقائق على ٣٠٠ - ٤٠٠ ميجابا على درجة حرارة الغرفة أو حتى على درجة حرارة مرتفعة قليلاً (٤٠°م) (شكل ٤).

تأثير درجة الحرارة

درجة حرارة الغرفة تساعد على مقاومة الكائنات الدقيقة للضغوط وبرفع درجة الحرارة فإنه إبتداءاً من ٤٠°م أو ٥٠°م فإن المعاملة الحرارية تضاف إلى المعاملة بالضغوط العالية. ولكن يمكن الحصول على هدم بالمعاملة على درجات حرارة منخفضة موجبة (حوالي +٤°م) أو سالبة. ويمكن تفسير هذا التأثير بأن التحويرات في الأنسجة الناتجة عن الضغط (مثل تكون الجل في الجزء الدهني وإنفصال البروتينات) يقوى بواسطة البرودة وهذا ينقص من سيولة الأغشية. والتأثير الهدمي أكبر إذا عانت الكائنات الدقيقة تحولات حالة الماء أثناء الضغط وإزالة الضغط (شكل ٥). (Tonello)



شكل (٤): مستوى حساسية الأحياء الدقيقة للضغوط.



شكل (٥): دياجرام ضغط-دلارجة حرارة بنسبة تثبيط *Saccharomyces cerevisiae*

تأثير مكونات الوسط

زيادة تركيز المواد الذائبة - وهذا يعمل على خفض نشاط الماء (نم a_w) يحمى الكائنات الدقيقة من تأثير الضغوط العالية فكلوريد الصوديوم والسكريات البسيطة (مثل الجلوكوز والسكروز) تحمى الكائنات الدقيقة من الأضرار الناجمة عن الضغوط العالية إبتداءاً من تركيز ٥ - ١٠٪. وكلما زاد التركيز كلما كان التثبيط أقل. ويرجع ذلك إلى نقص فى مسخ البروتينات الخلوية المكونة فهذه الإضافات (مثل السكر والملح ...) يمكن أن تعمل معقدات مع المجموعات المشحونة فى البروتينات وبذا تجنب أثناء الضغط تكون أو تقوية الروابط الأيونية بين السلاسل البروتينية.

والمواد الدهنية (فول الصويا ....) هى أقل حماية حيث يجب إضافتها بتركيزات ٥٠ - ٧٥٪ لإحداث هذا التأثير الحامى. كما أن الحماية التى تعطيها المحاليل البروتينية (بتون أو كازين) أو بياض البيض ضعيفة ولاتظهر إلا عند تركيزات أعلا من ٢٠٪ والضغوط العالية ليس لها تأثير على المنتجات الجافة (معاملة بدون إعادة تكوين) مثل الدقيق والفلفل أو الأغذية المُجَفَفَة أو المُجَفَدَة.

التأثير على الجراثيم البكتيرية

الجراثيم البكتيرية أقل تأثراً بواسطة الضغوط العالية عن أشكالها الخضرية أو البكتريا غير المتجرثمة ومقاومة الضغوط تعود إلى وجود حمض ثنائى البيكولينيك dipicolinic acid فى جدارها والذى يحميها من الذوبان وتفاعلات التأين الزائدة وهى أيضاً مقاومة للحرارة والإشعاع والمواد الكيماوية وتقل هذه المقاومة فى هذه المعاملات عند الإنبات.

والضغوط مابين ٢٠، ٣٠٠ ميجابا يبتدىء عندها إنبات الجراثيم العصوية الموجبة لجرام *Clostridium & Bacillus* وهذه الظاهرة غير العكسية متى إبتدأت تحول الجراثيم التى تقاوم الضغوط العالية جداً إلى بكتريا خضرية حساسة للضغوط. وهذه طريقة لهدم هذه البكتريا المتجرثمة كما يحدث فى التعقيم الحرارى المتقطع tyndallisation ويجب إستخدام درجة حرارة أعلا من ٤٥°م عادة مع الضغط وبإرتفاع درجة الحرارة يرتفع الهدم عند ضغط معين. وضغط ٦٠٠ ميجابا لمدة ٦٠ ق على ٧٠°م يسمح بخفض ٤ دورات لوغاريتمية (أى ٤ لـو أو معامل ١٠٠٠٠) مجموعات جراثيم *Bacillus thermophilus*.

معاملة المواد الغذائية

- **عصير الفاكهة والمشروبات**

عصير الموالح ومنها اليوسفى المعاملة لمدة ١٠ ق على ٤٠٠ ميجابا ودرجة حرارة الغرفة يمكن أن يقلل بعامل ١٠^٥ الحمل من الكائنات الدقيقة. أما إذا إستعملت درجة حرارة ٤٠°م فيمكن حفظ المنتج مبرداً لمدة ٢-٣ أشهر. والحفظ على البارد مهم لأن إنزيم ميثيل بكتين استراز لايُثَبَطْ ولكن يتم تثبيط إنزيم آخر يعمل على ظهور طعم الليمونين المر أثناء تخزين عصير تمر الجنة grapefruit.

كما أن قتل الجراثيم فى القهوة ممكن بمعاملتها على ٦٠٠ ميجابا لمدة ١٠ق على ٤٧°م. ولكن مع الشاى يلزم التسخين إلى ٦٧°م.

والضغوط العالية على ٣٠٠ - ٤٠٠ ميجابا لمدة ١٠-٣٠ق لاتغير المعالم الفيزيقية-الكيماوية لنبيذ الأرز أو النبيذ الأبيض الليكير ولكنها تثبط الخمائر وبذا توقف تخمر النبيذ. وهذه المعاملة لاتؤثر سلبياً على الخواص العضوية الحسية ولكن هذه يمكن أن تتحور أثناء التعتيق.

◈ المربيات والمسكرات

يمكن تحقيق تثبيت المربيات بإستخدام الضغوط العالية مثل ٤٠٠ - ٦٠٠ ميجابا لمدة ٥ - ٣٠ق عند درجة حرارة الحجرة مع المحافظة على طعم الفاكهة الطازج مع ملاحظة أن رفع تركيز السكر يقلل من الكفاءة التعقيمية للضغوط العالية. كما لايتأثر فيتامين ج ولاتهدم كل الإنزيمات وعلى ذلك يحسن حفظ المنتجات مبردة.

وقطع الفاكهة المغمورة فى شراب سكرى يمكن بالمعاملة بالضغط العالى لبضع دقائق أو ساعات على درجة حرارة الحجرة أو على البارد المحافظة على قوام متماسك ومذاق طبيعي للفاكهة.

◈ اللبن والمنتجات اللبنية

عند معاملة اللبن بـ ٦٩٠ ميجابا لمدة ١٠ق على ٢٠°م أمكن خفض الفلورا الكلية بعامل ١٠°-١٠٦. وعلى ١٠٣٠ ميجابا قاومت الجراثيم لمدة ١٠ق على ٢٠°م وإن هدمت بعض الكائنات الدقيقة كالليستيريا *Listeria* على درجة حرارة الغرفة أو على البارد.

ويفقد اللبن الخام خصائصه حيث أدت الضغوط إلى تبلر عكسى للمواد الدهنية وتكسرت التجمعات الغروية لجزيئات الكيزين/مُذَيِّلَة micelles على أعلا من ٢٠٠ - ٣٠٠ ميجابا ولم يحدث أى تغير فى تركيزات الكالسيوم أو جيد.

ويمكن الحصول على جبن أو زبادى من لبن معامل بالضغط العالى وإن إختلفت خواص المنتجات عن تلك المعاملة حرارياً. والجل الحمضى من اللبن المعامل بالضغط العالى أكثر مطاطية ويقاوم الإندغام syneresis أكثر كما أنه أكثر تماسكاً من اللبن غير المعامل الشيء الذى يبشر فى تصنيع الجبن والزبادى. وكذلك تزيد كمية البروتين المترسبة فى الوسط الحمضى إما لأن اللاكتوسيرم يصبح بحيث يمكن ترسيبه فى وسط حامضى أو أنه يرتبط بالكيزين المحور بالمعاملة.

والمعاملة حتى ٣٠٠ ميجابا على الأقل لاتثبط المنفحة، وأن نتجت عن المعاملة بالضغط تغيرات فى الخواص الفيزيقية-الكيماوية والوظيفية للبن بحيث يزيد رقم جيد تجلط اللبن وينقص وقت التجلط بالمنفحة.

ويمكن أن يسرع من تبلر دهن اللبن فى حالة المستحلَب بواسطة ضغوط متوسطة من ٢٠٠ - ٣٠٠ ميجابا. (Schwertfeger)

أما التجمعات الغروية لجزيئات الكيزين/المُذَيِّلَة والتى تحتوى كميات من فوسفات الكالسيوم فإنها تبتدىء فى التفتت disintegrate إلى تحت وحدات عندما يصل الضغط إلى أعلا من ١٠٠ ميجابا وهذا يقلل من عكارة اللبن الفرز وينتج عنه سلوك تجلط جديد أثناء التجلط بالرينين أو الحمض، فبروتينات الشرش (β-لاكتوجلوبيولين

و α-لاكتالبيومين -α & β-lactoglobulin Lactalbumin) وكذلك البيومين السيرم تمسخ وكذلك البيومين السيرم تُمْسَخْ بالضغوط على درجة حرارة الحجرة ويتبع ذلك تجمع. وبجانب ذلك فإن تكون فوسفات الكالسيوم غير الذائبة والمتبلرة بالحرارة فى اللبن والشرش يمكن عكسها بالمعاملة بالضغط. (Schwertfeger)

◈ البيض ومنتجاته

يكون بياض البيض جلاً عند ٦٠٠ ميجابا والصفار عند ٤٠٠ ميجابا وتزداد هضمية كل منهما على الأقل فى الزجاج *in vitro* أما المذاق فيبقى قريباً جداً من الخام.

والمعاملة بـ ٥ مرات على من ١ – ٤٠٠٠ ميجابا على ٢٠°م يسمح بإنقاص حمل *E. coli* بمقدار ١٠^٧ فى بياض البيض بدون أن تتغير خواصه النقية بشرط أن تبقى المعاملة على الضغط العالى وقتاً قصيراً جداً.

◈ اللحوم ومنتجاتها

تنقص الكائنات الدقيقة الخضرية بمقدار عامل ١٠^٦ فى اللحوم الخام عند معاملتها بـ ٣٠٠ – ٦٠٠ ميجابا لمدة ٢٠ق على درجة حرارة الحجرة ولكن لاتتأثر الجراثيم، ويتحور اللون والقوام بسبب تأثير المعاملة على البروتين فيحدث إسمرار browning للحوم الحمراء ويتغير لون اللحوم البيضاء وتنقص الطراوة وهذا يعطى مظهراً قريباً للحم المطبوخ وإن بقى المذاق كما هو للحم الخام raw.

وعند ضغوط أقل يسمح للعبير والمضافات (خاصة الملح) بالنفاذ وهذا ينشط بعض مظاهر النضج، ويزداد حفظ الجانبون من مدة ٣ أسابيع إلى أكثر من شهرين بعد المعاملة على ٥٠٠ ميجابا لمدة ١٠ق على درجة حرارة الحجرة.

أما كبد الدواجن التى بها أكثر من ٣ × ١٠^٥ وحدة تكون مستعمرات/جم UFC فقد أمكن بالمعاملة بـ ٣٠٠ ميجابا لمدة ١٠ق على درجة حرارة الحجرة إستهلاك هذا الكبد لمدة شهرين، وإذا زيد الضغط عن ٣٠٠ ميجابا تبقى لمدة أطول إذ أن المعاملة تهدم البكتريا المسببة للتغيرات وكذلك الممرضات pathogens مثل *E. coli*، *Listeria*، *Staphylococcus aureus*، *Streptococcus faecalis* كما يمكن فى حالة المنتجات المطبوخة خفض المعاملة الحرارية لتجنب فوق الطبخ.

◈ منتجات البحار

تأخذ منتجات البحار مظهراً مطبوخاً إبتداءاً من حوالى ٣٠٠ ميجابا تقريباً وتتجلط بروتينات الأسماك بالضغط العالى لتعطى جلاً (من نوع سوريمى) وهذا تختلف خواصه عن تلك التى يحصل عليها بالحرارة ويكون أكثر ليونة ومقاومة.

ويمكن مع منتجات الأسماك إنتاج بانيه أو أطباق لها مظهر مطبوخ ومذاق خام وهذا هام بالنسبة لمنتجات الأسماك المدخنة حيث يتغير المذاق كثيراً بعد الطبخ. وبالمعاملة بالضغط يمكن خفض محتوى الكائنات الدقيقة أو معالم التعقيم.

وقد وجد أن الضغوط العالية إنتجت درجة أعلا من التجمع فى جل مركز بروتين الشرش النقى مما عنى تَكَوُّن جل أكثر ضعفاً، وعند جيد ٥,٤ أنتجت الضغوط العالية جلاً مختلطاً وكونت شبكة منفصلة

الأطوار مع طور مستمر للجيلاتين وطور غير مستمر من مركز بروتين الشرش. كما أظهرت الدراسات الإنسيابية شبكة كثيفة لم يمكن التفرقة فيها مابين جل الجيلاتين ومركز بروتين الشرش.
(Walkenstrom)

ووجد جالازكا وأعوانه أن الضغوط العالية سببت فك طيات البروتين وتجمعها. (Galazka)

وفي براءة إختراع يقول هِرْش أن المنتجات ومنها التي تعقم وتحفظ على ٢٥٠ ميجابا (٢٥٠٠٠ باوند/ بوصة المربعة) لمدة ٥ أيام كما يوقف نضج الفواكه والخضر بحيث أن المنتجات المعبأة يمكن أن تخزن بدون تبريد لمدة ≤ ٦ أشهر. (Hirsch)

وقد وجد كاربالو ومعاونوه أن إستخدام الضغط العالي عند ١٠٠ ، ٣٠٠ ميجابا لم يؤثر على الخواص الربطية لكفتة اللحم البقري عالية ومنخفضة الدهن ولكنها أعطت إرتفاعاً في قوة قص كرامر Kramer shear force وطاقته وإن كانت أظْهَر عند ٣٠٠ ميجابا وتَغَيّر اللون وتوقف التغير على محتوى الدهن والضغط وزمن المعاملة. ولكن عند ٣٠٠ ميجابا قُتِلَت الكائنات الدقيقة كما سببت ضرراً تحت مميت أيضاً. (Carballo)

كما استخدمت الضغوط العالية كبديل للسلق مع قياس نشاط البيروكسيداز ومحتوى فيتامين ج وقوام البسلة بنجاح. (Qaagliu-GB)

وقد توصل أرويو وزميله إلى أن يقترحوا بالنسبة لمنتجات الخضر أن الممرضات مثل *Salmonella* spp. ومُنْتِجَات الزعاف مثل *Aspergillus* spp. يمكن خفضها على ضغوط أقل (أقل من ٣٠٠ ميجابا بشرط إستخدامها لوقت أطول). (Arroyo)

كما وجد أن النيتروزوبيوجلوبين يَنْقُص معدل أكسدتِه – وهو نفسه مضاد للأكسدة – على الضغوط العالية مما يجعله صالحاً للحوم المعالجة.
(Bruum-Jensen L.)

الضغط التناضحي osmotic pressure

الضغط التناضحي لمحلول هو دالة لعدد من الجزيئات المذابة الموجودة في وحدة حجم من المحلول. ويحكمها العلاقة الآتية:

η = ن ر ﻙ ÷ ح $\qquad \eta = nRT/v \qquad$ (١)

حيث:

η = الضغط التناضحي η = osmotic pressure

ن = عدد الجزيئات المذابة

n = number of moles of solute

ر = ثابت الغازات (ج جزئ$^{-1}$ ك$^{-1}$)

R = universal gas constant (J mol^{-1} K^{-1})

ﻙ = درجة الحرارة (كلفين) T = temperature (K)

ح = حجم المحلول (م^{3})

v = volume of solution (m^3)

والضغط التناضحي لمحلول مركب هو مجموع الضغوط التناضحية لكل مذاب يوجد في المحلول.

التناضح العكسي reverse osmosis

التناضح العكسي هو العملية التي يمكن بها تركيز المحاليل بدون تغيير الحالة/الطور. فالمحلول عادة ماء يساق من محلول خلال غشاء شبه منفذ بإستخدام ضغط على المحلول زيادة عن الضغط التناضحي لهذا المحلول وبعض المذاب سيمر من خلال الغشاء ولكن بمعدل أقل.

ومعدل مرور المذيب خلال الغشاء يتناسب مع القوة الدافعة وهي الفرق بين الضغط المستخدم ويسمى أحياناً خفض الضغط عبر الغشاء transmembrane pressure drop وفرق الضغط التناضحي بين المحلول والنافذ permeate يوصف بالمعادلة

د = ث (ض – Δη) $J = K (P - \Delta\eta)$ (٢)

حيث:

د = تدفق المذيب (١ م^-٢ س^-١)

J = solvent flux (1 m^{-2} h^{-1})

ث = معامل النفاذية (١ م^-٢ س^-١ بار^-١)

K = permeability coefficient (1 m^{-2} h^{-1} bar^{-1})

ض = الضغط المستخدم (بار)

P = applied pressure (bar)

Δη = فرق الضغط التناضحي بين النافذ permeate والمحلول (بار)

$\Delta\eta$ = osmotic pressure difference between permeate & solution (bar)

مرور المذاب solute passage

إن مرور المذاب solute يدفع بميكانيزم مختلف عن مرور المذيب. فهنا القوة الدافعة هي الفرق مابين تركيز المذيب والنافذ ورياضياً توصف بالآتي:

دم = ثم (رذ – رن) $J_s = K_s (C_f - C_p)$ (٣)

حيث:

J_s = solute flux	دم = دفق المذاب
K_s = constant	ثم = ثابت
C_f = solution concentration	رذ = تركيز المذيب
C_p = permeate concentration	رن = تركيز النافذ

، رن C_p يمكن أن يعبر عنها:

رن = دم ÷ د $C_p = J_s/J$ (٤)

ومن العادة أن توصف الأغشية في ضوء دفق الماء water flux والإحتفاظ بكلوريد الصوديوم. وهذه المعالم تقاس تحت ظروف ثابتة والإحتفاظ بالملح "ح" يعبر عنه بنسبة مئوية

ح = [١ - (رذ÷رن)] × ١٠٠ $R = [1 - (C_f/C_p)]x100$

حيث رذ هي تركيز محلول التغذية.

طريقة العملية mode of operation

من العادة أن يجرى التناضح العكسي reverse osmosis في طريقة إنسياب عبرى cross-flow mode حيث أن سائل العملية يضخ مماسياً tangentially عبر سطح الغشاء ويصبح أكثر تركيزاً كلما مر على طول الغشاء والمحلول المركز يزال عند ذلك من النظام.

إستقطاب التركيز concentration polarization

أثناء عملية التناضح العكسي فإن المذاب يحمل إلى الغشاء بواسطة فعل الحمل وبعيداً عنه بالإنتشار وعادة معدل الحمل يفوق معدل الإنتشار مما ينتج عنه زيادة في التركيز عند سطح الغشاء وهذا يسبب أن الضغط التناضحي عند سطح الغشاء يرتفع أعلا من الضغط التناضحي للمحلول وهذا بالتالي ينتج عنه خفض في القوة الدافعة وبالتالي خفض في دفق المحلول وهذه الظاهرة تسمى إستقطاب التركيز.

ودرجة إستقطاب التركيز يمكن أن تنظم بواحدة من طريقتين:

١- معدل الإنتشار في حجم المحلول مرة أخرى يمكن أن يزاد بزيادة سرعة الإنسياب-عبر.

٢- معدل الحمل إلى السطح يمكن أن ينقص بالعمل على ضغط منخفض وبذا دفق منخفض.

وفى العمل فى تطبيقات غير مائية يستخدم فقط الإختيار (١) إذ أن الإختيار (٢) يتطلب مساحة غشاء زائدة.

الأغشية membranes

توجد أغشية التناضح العكسى بواحد من طريقين:

١- عكس الطور phase inversion: محلول من خلات السيليولوز فى مذيب عضوى يبسط فى طبقة رفيعة على مادة دعم ذات ثغور ثم ينض leached المذيب العضوى فيرسب البوليمر. والمترسب يكون طبقة رقيقة متباينة الخواص anisotropic مع جلد سميك مدعم تحت طبقة تشبه الاسفنج. وهذا الجلد السميك يمنح الغشاء خواص الإحتفاظ بالجزىء.

٢- تقنية مركبة لفلم رفيع thin-film composite technology: فى هذه الحالة تحت طبقة ذات ثغور تتكون من البوليمر مثل عديد السلفون polysulphone بطريقة مشابهة لتكوين غشاء خلات السيليولوز. ولكن من أجل منح الخواص الصحيحة للغشاء فإن طبقة سميكة من بوليمر ثان يجب أن تكون عند سطح التفاعل الكيماوى وعديد الأمايد polyamide مادة شائعة الإستخدام للطبقة الكثيفة.

وخواص الأغشية فى كل من الطريقتين يمكن أن تتغير لإعطاء مدى من النفاذيات. وكلا المجموعتين من الأغشية لها سلوك مختلف فى المقاومة الكيماوية بالنسبة للبوليمرات المختلفة المستخدمة.

فمثلاً دفق الماء فى غشاء الفلم الرفيع المركب هى حوالى ١,٥ - ٥,٥ مرة دفق غشاء خلات السيليولوز المكافىء تحت نفس الظروف. ومقارنات أخرى تظهر فى الجدول (١).

جدول (١): مقارنة بين مجموعتى أغشية رئيسية: خلات السيليولوز وفلم رفيع مركب.

	خلات السليولوز	فلم رفيع مركب
رقم جـ‌يد	٢-٧,٥	١,٥-١٢
درجة الحرارة (°م)	٣٠	٧٠
الإحتفاظ بكلوريد الصوديوم (٪)	٩٠-٩٥	٨٠-٩٠
إحتمال الكلور للتصحاح (جزء فى المليون)	٥٠	صفر

• الأشكال geometry

تنتج الأغشية فى أشكال مختلفة:

ألياف مجوفة hollow fibre

هذه الألياف تشابه فى أبعادها شعر الإنسان وهى تحزم معاً لتكون لفيفة hank ونهاياتها مغموستان فى مادة مثل راتنج الإيبوكسى. والسائل فى العملية يمر عبر خارج اللفيفة والنافذ يمر فى تجويف الألياف.

أنابيب tubular

تتكون هذه الأغشية على داخل الأنابيب - حوالى ١٠ - ١٥ مم فى القطر - وسائل العملية يضخ على طول داخل الأنابيب بسرعات ١ - ٤ متر/ثانية وذلك تبعاً للتطبيق.

صفائح مبسوطة flat sheets

- هذه الأغشية تكون على هيئة صفائح مبسوطة من مادة مُدَعِمَة وهي عادة تعطى للصانع مقطعةً لتناسب متطلبات الصانع.

حلزون spiral

هذه تحويرات من أغشية الصفائح المبسوطة فصفيحتان مبسوطتان تغرى معاً من ثلاثة أحرف مع مراعاة أن تكون الطبقات الكثيفة للخارج. ويوضع فاصلة رفيعة thin spacer بين الغشائين والحرف المفتوح يلحم على أنبوبة والنافذ permeate يمر موازياً للأغشية خلال شبكة الفاصلة إلى الأنبوبة. وظرف envelope الغشاء يلف حول أنبوبة النافذ مع شبكة فاصلة أخرى تفصل الطبقات المتتابعة من الحلزون. وسائل العملية يمر خلال شبكة الفاصلة الأخرى موازياً لأنبوبة جمع النافذ. وعناصر الحلزون متاحة في وحدات ١٠٠ – ٢٠٠ مم في القطر بطول ١م. وهذا الشكل طور أصلاً لتحلية المياه water desalination ولكن التصميمات الصحية المتاحة الآن آخذة في الشيوع في تطبيقات صناعة الأغذية.

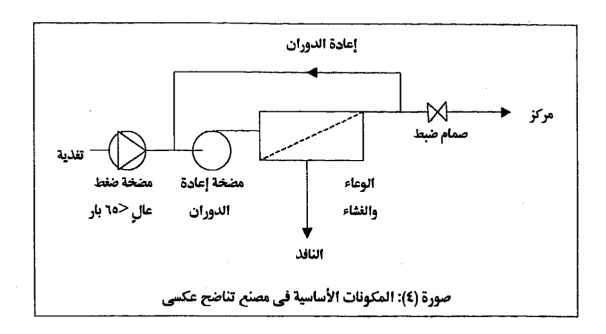
- **الأوعية modules**

الأوعية modules هي الأوعية التي تحتوى الأغشية المستخدمة وعادة وعاء module واحد يستوعب عدداً من عناصر الأغشية (أنابيب أو أوراق) ويتوقف على الشكل configuration. ففي حالة أغشية الليف المجوف والأغشية الحلزونية فإن الوعاء module عبارة عن وعاء ضغط له قطر داخلي ١٠٠ – ٢٠٠مم مجهز بإتصالات وموانع للتسرب seal ليسمح بدخول وخروج سائل العملية وخروج النافذ. والوعاء module للألياف المجوفة عادة لايزيد عن ١,٢ م في الطول وأما الوعاء module للأغشية الحلزونية فيستطيع أن يحتوى حتى ستة عناصر غشائية وقد تكون أكثر من ٦ متر في الطول. والأوعية يمكن أن تكون من إما صلب غير قابل للصدأ أو زجاج مقوى باللدائن (ز.ق.ل glass reinforced plastic (GRP ولو أن الأول مفضل لأسباب صحية.

الأوعية modules لأغشية الصفائح المبسوطة تعمل من رصة من الألواح ويمكن إستخدام نوعين من الألواح في نفس الرصة. وإطار واحد يدعم الغشاء وهو ذو ثغور ليسمح بخروج النافذ والإطار الثاني يفصل بين أوراق الغشاء ويحتوى على قنوات إنسياب لسائل العملية. وإرتفاع القناة عادة أقل من ١ مم والإنسياب خلالها طبقي laminar.

- **المصانع plants**

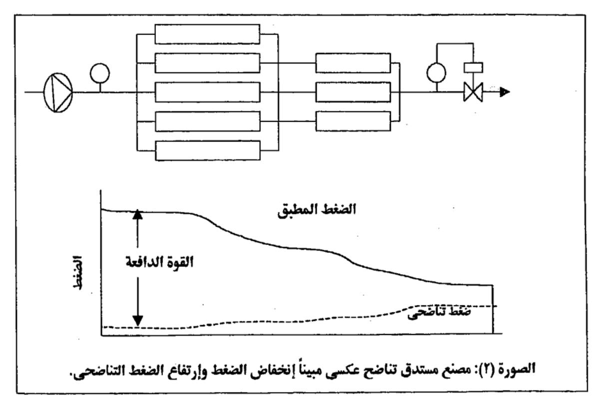
المكونات الرئيسية لمصنع التناضح العكسي تظهر في الصورة (١). والغرض من مضخة الضغط العالي هو أن تولد ضغطاً عبر الغشاء transmembrane pressure في حين أن مضخة إعادة الدوران recirculation pump موجودة لإعطاء سرعة إنسياب عبر cross-flow وفي بعض الحالات خاصة في المصانع الصغيرة فإن مضخة الضغط العالي تعطى كلاً من القوة الدافعة وسرعة الإنسياب-عبر. وهناك عدة طرق يمكن بها ترتيب الأوعية modules في المصنع وكذلك توجد مختلف الطرق لعمل المصنع.



صورة (٤): المكونات الأساسية فى مصنع تناضح عكسى

المصنع المُسْتَدَق
once-through or tapered plant

فى هذا الترتيب ترتب الأوعية كما فى الصورة (٢). وفى هذا المصنع فإنه يضبط بتنظيم الضغط للحصول على معدل النفاذية المرغوب. والميزة الأساسية هى إنخفاض السعر ولكن العيب هو أن أقصى تركيز يمكن الوصول إليه محدود بنقص الضغط pressure drop خلال النظام. والترتيب المُسْتَدَق يستخدم للمحافظة على سرعة الإنسياب– عبر خلال المصنع لتقليل – إلى أقل حد ممكن – تأثير إستقطاب التركيز.



الصورة (٢): مصنع مستدق تناضح عكسى مبيناً إنخفاض الضغط وإرتفاع الضغط التناضحى.

مصانع الدفعات batch plants

تميل الأوعية هنا إلى أن ترتب على التوازى وعادة ضغط التشغيل محدد والتغذية تسحب من نفس التنك الذى يعود إليه المركز. والمرايا إنخفاض السعر والبساطة ودفق متوسط عالٍ يمكن الحصول عليه فى هذا الترتيب. وتركيزات عالية يمكن تحقيقها عن المصنع المستدق once-through نظراً لضغوط تشغيل أعلا (فى المتوسط) ولكن وقت البقاء العالى هو عيب أساسى فى هذا التصميم مما يجعله غير مناسب للتطبيق فى كثير من الصناعات الغذائية.

التغذية والإستنزاف أو مصنع ذو عدة أطوار معاد الدوران

feed & bleed or multistage recycle plant

هذه المصانع تتكون من مجاميع من الأوعية مرتبة متسلسلة كما يظهر فى الصورة (٣).

صورة (٣): مصنع معاد الإدارة عديد الأطوار مبيناً النقص فى الضغط وإرتفاع الضغط التناضحى.

وهى تجمع بين ميزات وقت بقاء منخفض مع مقدرة الوصول إلى تركيزات عالية وهى تميل إلى أن تكلف أكثر من المصانع البسيطة والضبط عادة يحقق بالمحافظة على إنسياب مركز ثابت بضبط ضغط التشغيل operating pressure.

- **التنظيف cleaning**

تحتاج الأغشية إلى التنظيف بإنتظام للمحافظة على الأداء. وهذا يجرى فى المكان ويمكن أن يحل الماء محل السائل. وغسيل المصنع والتنظيف بالمنظف detergent والتخلص من المنظف

المستخدم ثم الغسيل بالحمض والغسيل بالماء ثم إجراء عمليات التناضح قبل العودة إلى العمل.

وفى المصانع التى تستخدم أغشية خلات السيليولوز وتعمل على سوائل بروتينية فمن العادة إستخدام منظف إنزيمى قرب جيد متعادل وعادة التركيزات ٠,٢٥ - ٠,٥ ومع أغشية فلم رفيع مركب فمن العادة إختيار منظف أساسه قلوى للتنظيف على جيد ١٠,٥ - ١٢,٥ ومزاياه عن المنظف الإنزيمى هى تكاليف أقل ودائرة تنظيف أقصر وتأليه أسهل لجرعات المنظف أثناء التنظيف. وأحياناً يحتاج الأمر إلى إستخدام حمض بجانب المنظف لإزالة القشور من الغشاء وهذا خاصة مع شرش الجبن أو إذا أستخدم ماء صعب فى التنظيف.

وأغشية خلات السيليولوز يمكن تصحاحها بتركيزات منخفضة من الكلور الحر (٥٠ جزء فى المليون) أما أغشية عديد الإمايد فهى لاتتفق مع الكلور ولكن يمكن تصحاحها مع إستخدام فوق أكسيد الأيدروجين أو حمض البيرخليك أو الميتابيكبريتيت أو ماء ساخن. ولكن ليس من الضرورى عمل تصحاح منفصل لأغشية الفلم الرفيع المركب.

• ترشيح نانو **nanofiltration**

هذه العملية هى إمتداد للتناضح العكسى وتعرف أيضاً بالتناضح العكسى المفكك loose reverse osmosis وهى تختلف فى أن الأغشية تسمح للأيونات بالمرور بينما تحتفظ بالجزيئات غير المشحونة ذات الوزن الجزيئى الذى يزيد عن ٢٠٠ دالتون Da والجزيئات وحيدة التكافؤ تمر من الغشاء أسهل من ثنائية التكافؤ أو ثلاثية التكافؤ. وهذه الأغشية متاحة فى الصفائح المنبسطة والحلزونية والأنابيب وكل منها يؤدى دوراً مختلفاً.

(Macrae)

تطبيقات التناضح العكسى
applications of reverse osmosis

منتجات الألبان

الشرش whey

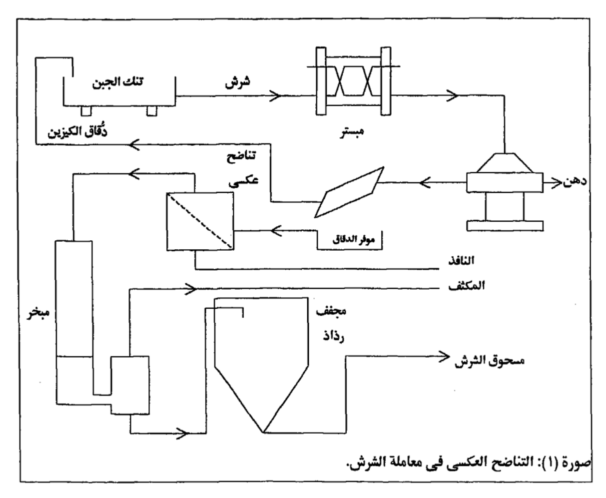
بالرغم من أن التكوين المضبوط للشرش يختلف بإختلاف نوع الجبن وجودة اللبن وعملية صنع الجبن فإن المكونات الصلبة عادة حوالى ٥,٧ - ٦٪. واللاكتوز يكون أكبر نسبة وبعدها المعادن وهناك نسبة صغيرة من البروتين والدهن وعادة رقم جيد الشرش يقع مابين ٥,٧ - ٦,٣. والصورة (١) تبين خط تركيز الشرش وموفر الدقاق fines saver ضرورى لمنع دقاق الكيزين من سد سطح الغشاء. ويستخدم كل من أغشية خلات السيليولوز ومركب الفلم الرفيع بأشكال أنبوبية وصفائح منبسطة وحلزونية. ومعظم المصانع الجديدة تستخدم أوعية حلزونية من نوع عديد الأطوار معاد الدوران multistage recycle configuration (ع.ط.د MSR).

معالم التشغيل
typical operating parameters

شرش الجبن الحلو sweet cheese whey يعامل على درجات حرارة ٢٨-٣٠°م أو ٨-١٢°م. وعلى درجات حرارة عالية يصبح رقم جيد عامل

هام فإذا كان رقم $ج_{يد}$ أعلا من ٥,٧ فإن فوسفات الكالسيوم تترسب على حوالى ١٨٪ مواد صلبة. ولأن ذوبان فوسفات الكالسيوم يتغير عكسياً مع درجة الحرارة فإنه من الممكن أن يَعْمَل على أرقام $ج_{يد}$ عالية وعلى درجات حرارة منخفضة. وضبط رقم $ج_{يد}$ يمكن أن يتم بضبط جرعات من حمض معدنى أو إذا كان المطلوب هو منتج عالى الجودة فيتم ذلك بضبط جرعات ثانى أكسيد كربون فى الشرش وثانى أكسيد الكربون له ميزة أنه يتطاير أثناء التبخير والتجفيف.

وضغوط التشغيل تتراوح مابين ٢٠ ، ٦٠ بار تبعاً لنوع الغشاء والوعاء module ودرجة الحرارة وهذه جميعاً تعطى متوسط دفق حوالى ٢٠ لتر/م٢/ساعة. وهذا يختلف مع نوع الغشاء ودرجة الحرارة ورقم $ج_{يد}$ وشكل المصنع. فمصنع ذو طور واحد مثلاً يعطى متوسط دفق أقل من مصنع متعدد الأطوار.



صورة (١): التناضح العكسى فى معاملة الشرش.

وعادة فى الصناعة يعملون على أساس ١٠ - ٢٤ ساعة ثم التنظيف بعد ذلك ودورة التنظيف تتكون من التنظيف بواسطة منظف ثم التنظيف بالحمض. والمنظف عادة إنزيمى إذا كان الغشاء خلات السيليولوز أو قلوى إذا كان فلم رفيع مركب. ويمكن إجراء تصحاح sanitize أغشية خلات السيليولوز بتركيزات منخفضة من الكلور.

والشرش الحمضى له جيد ٤,٥ – ٤,٧ وينتج فى تصنيع الجبن القريش cottage والجبن الطازجة والكازين. ولأن بروتينات الشرش قريبة من نقطة التكاهر isoelectric point فى هذا النوع من الشرش فإنها تميل إلى أن تُزيد من إستقطاب التركيز سوءاً. وبذا فإن الدفق عند ظروف متقارنة يكون حوالى ١٠٪ أقل من الشرش الحلو sweet whey. وهذا يمكن أن يتغلب عليه بالعمل على درجات حرارة أعلا لأن فوسفات الكالسيوم أكثر ذوباناً على رقم جيد منخفض.

والنافذ permeate من تركيز الشرش يتميز بمطلوب الأكسيجين الكيموحيوى biochemical oxygen demand (ط.أ.ح BOD) أو بمطلوب الأكسيجين الكيماوى chemical oxygen demand (ط.أ.ك COD). وهذا يتأثر بنوع الغشاء ونوع الشرش وشكل المصنع. ومصنع يستخدم غشاء فلم رفيع مركب يعطى مطلوب أكسيجين كيموحيوى BOD فى مدى ١٠٠ – ٢٥٠مجم/لتر عندما يعمل على شرش حلو. وعند تشغيل شرش حمض معدنى من تصنيع الكيزين على سبيل المثال فإن مطلوب الأكسيجين الكيموحيوى يزيد بمقدار ٥٠٪ بينما شرش حمض اللاكتيك يُزيد مطلوب الأكسيجين الكيموحيوى بعامل ٣.

والتناضح العكسى عادة يستخدم فى تركيز الشرش قبل تركيزه بالتبخير والتجفيف. وأسباب ذلك إما أن زيادة السعة مطلوب وفى هذه الحالة فإنه من الأسهل إقامة مصنع تناضح عكسى بدلاً من إضافة تأثير للمبخر أو أن لايكون هناك أى مبخر ويُرْسَل الشرش فى شكل سائل إلى مصنع تشغيل شرش وفى الحالة الأخيرة فإن مصاريف النقل تكون قد أُنْقِصَت بإستخدام مصنع التناضح العكسى.

إزالة الملح من الشرش whey desalting

بعض منتجات الشرش تحتاج شرشاً مزال المعادن demineralized whey والذى ينتج بإستخدام مبادلات أيونية. وهناك مصانع تربط ترشيح النانو nanofiltration مع تبادل الأيونات. ويوضع ترشيح النانو ضد التيار upstream من تبادل الأيونات وهذا يمكن أن يحقق ٣٠ – ٤٠٪ خفض فى المحتوى المعدنى للشرش. وهذه تعمل تماماً كمصانع التناضح العكسى القياسى العادى ولكن نظراً لمرور بسيط للاكتوز فإن مطلوب الأكسجين الكيموحيوى للنافذ permeate يميل إلى أن يكون أعلا.

النافذ من شرش الترشيح فائق الدقة
permeate from ultrafiltration of whey

إن النافذ الناتج من الترشيح فائق الدقة للشرش هو أساساً محلول من لاكتوز المعادن. فالبروتين والدهن يُحْتَفَظ بهما فى غشاء الترشيح فائق الدقة. وهذا المحلول يعامل بالتناضح العكسى أو ترشيح نانو بطريقة مشابهة للشرش. والإختلاف الأساسى هو أن نافذ الترشيح فائق الدقة يمكن تشغيله على درجة حرارة ٥٠°م بدون ترسيب فوسفات الكالسيوم.

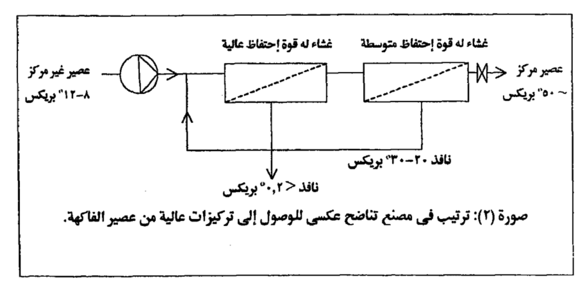
اللبن milk

كلا اللبن الكامل واللبن الفرز يركزان بالتناضح العكسى ولكن لدرجة أقل من تشغيل الشرش.

واللبن المركز يستخدم عادة فى حالته السائلة إما لإنتاج زبادى أو جبن أو ينقل حيث يعاد تخفيفه واللبن يبستر ويبرد إلى ٥٠°م قبل إمراره إلى مصنع التناضح العكسى حيث يركز بعامل ١,٢ - ٢ تبعاً للإستخدام الذى سيوضع فيه المركز. ومع المستويات العالية من البروتين فى تركيز اللبن فإن الإستقطاب يحدث بسهولة وهذا يميل إلى الحد من الدفق. وعلى ذلك فإن ضغوط التشغيل يجب أن يحتفظ بها منخفضة إلى ٢٠ - ٣٠ بار.

عصير الفاكهة fruit juice

بعكس صناعة الألبان فإن صناعة عصير الفاكهة ليس له تطبيق معين معروف وذلك بالرغم من أن هناك عدداً من مصانع التناضح العكسى تعمل. والعصير المروق يركز إلى ٤٠ - ٦٠° بريكس وعند هذه التركيزات ضغط تناضح العصير يزيد على أقصى حد متاح بإستخدام التناضح العكسى التقليدى. وطرق جديدة تبرز الآن وتربط غشاء إحتفاظ عالى بغشاء له مرور جوهرى للسكر وهذا يرى فى الصورة (٢). ويمكن عمل تركيز زيادة عن ٥٠° بريكس.



صورة (٢): ترتيب فى مصنع تناضح عكسى للوصول إلى تركيزات عالية من عصير الفاكهة.

والتناضح العكسى التقليدى له دور يلعبه فى تركيز العصائر مثل الباساتو pasato (مركز طماطم حوالى ٨٪ جوامد كلية) والزبادى والعصير الذى يضاف للفاكهة المعلبة.

الطماطم tomato

يستخدم التناضح العكسى لتركيز عصير الطماطم من ٤,٥ إلى ٨,٥° بريكس ومن الممكن تقنياً تركيزه إلى ١٥° بريكس. والطماطم تجهز بالطريقة العادية. وحيث تستخدم الطريقة الساخنة فإن العصير يبرد إلى ٦٥°م قبل الدخول إلى مصنع التناضح العكسى. ويستخدم فقط أوعية أنبوبية فى هذا التطبيق نظراً لمحتوى العصير من المواد الصلبة المعلقة العالية وهذه عادة ٢٣٪ بالحجم لعصير وحيد القوة single strength من أصل أوروبى والأصناف الأمريكية مع طرق التقمية الأحدث تنتج

عصيراً يحتوى مواداً صلبة معلقة أعلا. وعموماً فإن المحتوى العالى من الألياف واللب فى عصير الطماطم يعطيه خاصيتين: الأولى إنسياباً غير نيوتونى مع لزوجات ظاهرة تزيد بسرعة مع التركيز من ١٠ مللى باسكال ثانية إلى ١٠٠ ميللى باسكال ثانية عند معدل قص/جز ١٢٠٠/ثانية. وهذا - أكثر من الضغط التناضحى - هو العامل المحد فى هذا التطبيق. أما الخاصية الثانية فهى أن الدفق فى مصنع التناضح العكسى مستقل عن سرعة الإنسياب-عبر. ومع ذلك لتجنب التوجه لقنوات فى شبكة عديدة القنوات فى مصنع التناضح العكسى فإنه من العادة المحافظة على سرعات الإنسياب-عبر أعلا من ٢م/ثانية.

والتنظيف يُجْرَى بإستخدام منظف قلوى مرتين متتابعتين وتستمر دورة التنظيف حوالى ساعتين وتُجْرَى يومياً. ومع هذا الترتيب فإن الغشاء يعيش لمدة ٤ - ٥ فصول. والعصير المنتج بهذه الطريقة له خواص إنسيابية مشابهة للعصير المركز بالتبخير واللون أكثر حمرة عن العصير المبخر نظراً لدرجات الحرارة الأكثر إنخفاضاً المستخدمة فى التناضح العكسى.

البرتقال orange

يركز عصير البرتقال بالتناضح العكسى التقليدى إلى ١٨ - ٢٥° بريكس كتركيز مبدئى قبل التبخير أو التركيز بالتجميد. والعصير يستخلص ويبستر قبل إمراره إلى مصنع التناضح العكسى. وهو عند تركيز ١١° بريكس له لب أقل من عصير الطماطم والضغط التناضحى للعصير عامل محد فى التركيز.

والمادة الأكثر مضايقة هو الهيسبيريدين hesperidin والتى يمكن أن تترسب على الغشاء مما يسبب فقداً كبيراً فى الدفق وهذا يمكن إزالته بسهولة بإندفاق بسيط simple flush بمحلول من أيدروكسيد الصوديوم والدفق يمكن إعادته والمصنع يعاد للعمل فى ١٥ق. ويمكن إجراء هذا التنظيف على فترات مابين ٧ ، ١٤ ساعة كما يتطلبه الأمر ولكن كل ٣ - ٤ أيام يتطلب الأمر غسيلاً بمنظف قلوى.

والعصير لايفرق عن عصير مركز كامل بالتبخير أو بالتجميد ولكن العصير المركز بالتناضح العكسى يمكن أن يكون أقرب إلى العصير الطازج. ولكن الطرق المستخدمة للحصول على عصير ذى بريكس عال بواسطة التناضح العكسى أكثر تكلفة من التبخير ولكن ربما السعر الذى يباع به يكون أعلا بحيث يوازن تكاليف الإستثمار الأعلا.

وهناك عدد من عصائر الفواكه مثل التفاح والفواكه الإستوائية والفواكه الطرية ومختلف العِنَبيَّات.

المشروبات beverages

عملية نزع الكحول: يستخدم التناضح العكسى لخفض محتوى الكحول فى البيرة والنبيذ. وفى هذه العملية المشروب يُركَز ثم يُرْجَع إلى تركيزه الأصلى single strength بالماء أو أن الماء يضاف بنفس المعدل الذى يزال به النافذ فى عملية تعرف بإسم الترشيح المزدوج diafiltration. والكحول يمر خلال الغشاء كما لو كان به ٣٠ - ٧٠٪ مذاب تبعاً للغشاء وظروف التشغيل. وبعض مركبات النكهة منخفضة الوزن الجزيئى تمر أيضاً

خلال الغشاء ولكن هذه يمكن التعويض عنها فى حالة البيرة بالتخمير brewing خصيصاً لعملية نزع الكحول dealcoholization والعملية تستخدم بأحسن مايمكن لإنتاج بيرة تحتوى ١٪ كحول وللحصول على مستويات أقل يتطلب إستخدام كميات كبيرة من ماء الترشيح المزدوج diafiltration وبالتالى مساحات غشاء كبيرة. وتجرى العملية على درجات حرارة أقل من ٥°م معطية دفقاً fluxes أقل من ١٠ لتر/م²/ساعة.

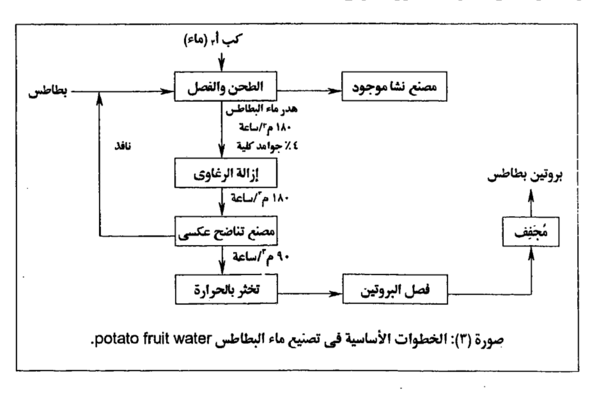
عصير النبيذ المتخمر wine must: كثيراً مالايعطى العنب سكراً كافياً للحصول على نبيذ له الجودة المطلوبة ومن الممكن تقوية العصير قبل التخمر must بالسكر أو عصير عنب مركز أو أن العصير قبل التخمر must يمكن أن يركز بالتبخير أو التناضح العكسى من ٢٠° بريكس إلى حوالى ٢٥°بريكس وهذا يزيد من محتوى الكحول حوالى ٣٠٪.

وتجرى العملية مابين ٥، ٢٥°م تبعاً لنوع النبيذ وتحت ضغوط تزيد عن ٦٠ بار. والضغط العالى مطلوب للتغلب على ضغط العصير التناضحى العالى قبل التخمر must ويفضل لهذه العملية أغشية فلم رفيع مركب ذات قدرة إحتفاظ عالية high-retention.

المخارج effluents

ماء البطاطس potato fruit effluent

ماء البطاطس هو ماء مهدر يمكن بيعه بزيادة درجته (الصورة ٣). ووظيفة المصنع هو تركيز ١٨٠م³/ساعة لماء البطاطس بعامل ٢. وأغشية خلات السيليولوز تستخدم لأنها تقاوم الإنسداد بواسطة ماء البطاطس. والمصنع مقسم إلى ستة خطوط، خمس منها تعمل بينما السادس يكون فى التنظيف بمنظف إنزيمى.



صورة (٣): الخطوات الأساسية فى تصنيع ماء البطاطس potato fruit water.

مخرج القهوة coffee effluent

مخرج القهوة الناتج من القهوة الفورية يركز بالتناضح العكسي إذ يحتوى على ١٪ مواد صلبة فيركز إلى ١٠ - ١٥٪ في مصنع يتكون من خمسة أطوار ومنها يمر إلى الحرق.

كما أن تركيز بياض البيض وإستعادة ماء سلق الخضروات لإعطاء نكهات وكذلك تركيز ماء الهدر في تصنيع الخميرة من العمليات المستخدمة (Macrae)

أنظر: رشح

ضفدع frog

من فصيلة الضفدعيات Les batraciens ومنه أنواع كثيرة تعيش في الماء وفي الأماكن الرطبة من البر وفي المستنقعات. وتضع بيضها في الماء ويتغذى بما يفترسه بلسانه من الحشرات.

وقد حرَّم الحنابلة والشافعية والحنفية والطاهرية والإمامية أكل الضفادع وأباح أكلها المالكية والإباضية. (قدامة)

مضافات الأغذية food additives

مضافات الأغذية هي مواد تستخدم في إنتاج الأغذية وتشمل مواداً تعتبر عادة مأمونة (م.ع.ع.أ GRAS) ومضافات الألوان والأغذية ومساعدات المعاملة ولكنها لاتشمل المبيدات ومضافات الأغذية غير المباشرة.

أما مساعدات المعاملة فهي مواد تستخدم في إنتاج الأغذية والتي تبقى فيها مستويات يمكن تجاهلها في المنتج الغذائي النهائي.

وتقسم مضافات الأغذية إلى:

١- مكونات م.ع.ع.أ GRAS وهي مواد عند إضافتها للغذاء لها تاريخ تعتبر فيه مأمونة للغرض المقصود منها.

٢- المواد التي أمنها يحتاج إلى فحص أدق بواسطة هيئة الأغذية والأدوية الأمريكية (هـ.أ.د.أ FDA) بشأن إستخدامها في الغذاء.

ويُعَرَّف بالأسس السمية لتقدير الأمان لمضافات الأغذية المباشرة ومضافات الألوان المستخدمة في الأغذية أو "الكتاب الأحمر Red Book":

أقل مستوى مؤثر (ق.م.أ)
lowest effect level (LEL)

مستوى غير مؤثر (م.غ.أ)
no effect level (NOEL)

وتخدم مضافات الأغذية في:

١- تحسين القيمة الغذائية. ٢- تعزيز الجودة وتقبل الغذاء بواسطة المستهلك. ٣- تحسين القيمة الحفظية. ٤- تجعل الغذاء أكثر إتاحة. ٤- تساعد في تحضير الغذاء.

وهيئة الأغذية والأدوية FDA (مكتب الغذاء) وضع بنك معلومات حاسوبي " تقدير تفضيلي لمضافات الأغذية (ق.ف.ض.غ) priority assessment (PAFA) of food additive ووظيفته أن يعمل على بيان التأثيرات السمية لمضافات الأغذية المباشرة كما تم في مجموع ماكتب عنه literature. وهناك ٢٩٤٥ مضافاً في البنك الآن وهو لايشمل المضافات الغذائية المَرَضِية وملوثات الأغذية ولامكونات الأغذية الطبيعية.

وتقوم هيئة الأغذية والزراعة وهيئة الصحة العالمية (الأمم المتحدة) بحساب المأخوذ اليومي

المقبول (أ.ى.ق) acceptable daily intake (ADI) وهذا هو تقدير لكمية المادة الغذائية أو ماء الشرب معبراً عنها على أساس وزن الجسم والتى يمكن أخذها ربما طول الحياه بدون خطر صحى كبير . ووزن الجسم المستخدم ٦٠ كجم.

كما تقوم الهيئتان بتحديد أقصى حد للمتبقى (أ.ح.ب) maximum residue limit (MRL) مبيناً على أ.ى.ق ADI ويشمل كل مدى النشاط البيولوجى للمركب بما فيه إحتمالات السمية والدواء وقتل الأوبئة.

كما تعنى الهيئتان بوضع المستوى غير المؤثر (م.غ.أ) no-observed effect level (NOEL) وعامل أمان له قيمة ١٠٠ فى حالة م.غ.أ NOEL آت من دراسة طويلة المدى على الحيوان بفرض أن الإنسان حساس ١٠ أمثال الحيوان وأن هناك عشرة أمثال مدى حساسية فى مجموعة الإنسان.

ويعمل فى هذا المجال فى الولايات المتحدة قسم الزراعة USDA وهيئة حماية البيئة Environmental Protection Agencies وهيئة الأغذية والأدوية.

وقد وضعت قائمة المضافات التى تعتبر عادة مأمونة (م.ع.ع.أ GRAS) وقد ضمت المواد المضافة خمسة أقسام: قسم "١" تعتبر مأمونة تحت المستويات الحالية والمستويات المنتظرة فى المستقبل تحت ظروف تصنيع جيدة. وقسم "٢" تعتبر مأمونة تحت المستويات الحالية ولكن يحتاج الأمر إلى إجراء دراسات لتبين إذا كان أى زيادة جوهرية فى الإستهلاك قد تكون خطراً غذائياً. والقسم "٣" وهى مواد تحتاج إلى دراسات إضافية. والقسم "٤" وهى تتطلب إثبات ظروف أمن للإستخدام أو يمنع إضافتها للأغذية. أما القسم "٥" فلم يكن هناك بيانات كافية لعمل أى تقدير. ويمكن إزالة هذه المواد من هذه القائمة مالم تتوفر بيانات كافية لتقديرها.

الأمان safety

أساس تقبل أى مادة جديدة كمضاف أغذية حتى لاتكون أى خطر مرئى فى المستقبل لصحة الإنسان وهذا يتم عن طريق إجراء إختبارات سمية ثم يتبع ذلك تقدير بيانات هذه السمية مع أى معلومات بيولوجية أو كيماوية مثل مواصفات النقاوة وماهية المادة وماهية أمان أى منتجات تفاعل تتكون أثناء معاملة الغذاء أو التخزين ومعرفة تعرض الإنسان لهذا المضاف.

ويجرى مدى من دراسات السمية بما فيها التعرض لجرعات قصيرة الأجل وإختبارات الطفرة وإختبارات للسرطنة طويلة الأجل وإختبارات التوالد ودراسات الإمتصاص والتوزيع والأيض والإفراز.

بينما سمية مضافات الأغذية عادة منخفضة فإن تأثيرات المستويات الأعلا من إعطاء المضاف هى تأثيرات على وزن الجسم وهى غالباً تعطى أوائل البيانات عن السمية والتأثيرات على الكبد والكلوة لأنها أعضاء رئيسية فى الأيض والتخلص من المضافات وهى عادة الأنسجة المعرضة لتركيزات أعلا من المضاف. وهناك نوعان من التأثيرات السمية ذات جوهرية أمان فى مضافات الأغذية وهى السرطنة والطفرات فالمادة التى تظهر سمية وراثية عادة لاتقبل كمضاف أغذية وإذا أظهرت

المادة أنها مسرطنة في الإختبارات طويلة الأجل فعادة لاتقبل. وفي غياب ذلك يُسْتَخْدَم المستوى غير المؤثر NOEL. (Macrae)

فئات مضافات الأغذية

food additive categories

عوامل ضد الكائنات الدقيقة: مواد تقتل أو تثبط أو تؤخر نمو الكائنات الدقيقة. ويدخل في هذه الفئة المواد التي تحقق هذه التأثيرات بواسطة ضبط نشاط الماء أو رقم جيد.

مضادات الأكسدة: المواد التي تؤخر أو تمنع تفاعلات الأكسدة التي قد ينشأ عنها تغيرات غير مرغوبة مثل تطور النكهات غير المرغوبة (تزنخ تأكسدي) وتغيرات اللون وفقد القيمة الغذائية. ويدخل ضمن هذه الفئة مؤازرات مضادات الأكسدة ومايحل محل الأكسيجين (مثل الغازات الخاملة) والمغطيات الحامية.

عوامل ضبط المظهر: الألوان ومحورات اللون: المواد التي تغير أو تحافظ على اللون (خضب، تشبع أو ضياء hue, saturation or lightness) في الأغذية ويدخل ضمن هذه الفئة مثبتات اللون والمثبتات color stabilizers fixatives (مضادات الأكسدة التي تمنع تغير اللون لاتدخل ضمن هذه الفئة).

عوامل ضبط المظهر: مواد خلاف اللون ومحورات اللون: مواد تضبط أو تغير المظهر، خلاف اللون، في الأغذية ويدخل ضمن هذه الفئة عوامل (مثل قشع، شموع، ملمعات glazes, waxes, polishes) والتي تطبق على الأغذية الصلبة للمحافظة أو تحسين مظهر السطح بما فيها اللمعان gloss ومشجعات العكارة (الزيت النباتي المعامل بالبروم، صمغ استر ester gum) والتي تضاف للأغذية السائلة لإنتاج أو تثبيت المواد المعلقة وبالتالي تؤثر على العكارة والعتامة opacity إذ تكون السحب/العكارة cloud.

النكهات ومحورات النكهة: مواد تمنح imparts أو تضيف supplement أو تشد intensify أو تحور المذاق و/أو العبير في أي غذاء. وهذه الفئة تستثني excludes المحليات.

عوامل ضبط الرطوبة: مواد غير عوامل ضد الكائنات الحية والتي تحافظ أو تقلل محتوى الرطوبة في الأغذية. ويدخل ضمن هذه الفئة المواد التي تحتفظ بالرطوبة (مثل المواد التي تُثبت الرطوبة humectants وعوامل ربط الماء والمغطيات الحامية والعوامل ضد تكوين الغبار antidusting agents) والمواد التي تنقص الرطوبة (مثل عوامل ضد الكعكعة anticaking وعوامل الإنسياب الحر وعوامل التجفيف).

المغذيات nutrients: مواد تضاف إلى الغذاء لإعادة أو زيادة محتواه من المغذي بخلاف السعرات والمواد التي تنتج أساساً سعرات تدخل في هذه الفئة.

عوامل ضبط رقم جيد: المواد التي تحافظ أو تغير النشاط الحمضي أو القلوي للأغذية. ويدخل ضمن هذه الفئة الأحماض والقواعد والمنظمات buffers.

المُنحيّات/الخالبات sequestrants: المواد التى ترتبط بأيونات المعادن وتمنع تأثيرها العكسى مثل الحافزات فى تفاعلات الأكسدة.

عوامل ضبط التوتر السطحي: المواد التى تعزز تكامل الأطوار الفيزيقية للأغذية (مثل سائل/صلب، صلب/غاز) بالتأثير على خاصة البيسطح characters of the interfaces ويدخل ضمن هذه الفئة عوامل الإبتلال وعوامل الخفق والمُشَتِتَات ومُعَزِزَات التميؤ rehydration enhancers ولايدخل فيها المستحلبات والمثبتات.

المُحَلِيات sweeteners: المواد التى تضاف للأغذية لإعطاء مذاق حلو ويدخل ضمن هذه الفئة المُحَلِيات غير المغذية noncaloric sweeteners والمحليات الغذائية (أكثر من ٢٪ من القيمة الغذائية للسكروز لكل وحدة مكافئة من قدرة التحلية).

المستحلبات: هى المواد التى تساعد على تكوين أو تثبيت تشتت الزيوت والماء بالتراكم أفضلياً على بيسطح زيت-ماء وتقلل الميل للجسيمات المُشَتَتَة لأنها تتحد فى طبقة منفصلة. والأملاح المستحلبة المستخدمة فى الجبن بالرغم من أنها ليست مستحلبات حقيقية تدخل ضمن هذه المكن.

عوامل تماسك firming agents: المواد التى تزيد تماسك أنسجة النبات.

عوامل الرفع leavening agents: المواد التى تولد أو تساعد على توليد غازات أثناء تحضير وطبخ منتجات الخبيز وبذا تساعد تحقيق منتج نهائى مفتوح القوام open-textured ويدخل فى هذه الفئة الخميرة وعوامل الرفع الكيماوية والأحماض المستخدمة فى جزء من أنظمة الرفع الكيماوية.

مواد مَضْغِيَة masticatory substances: المواد المسئولة عن الخواص التى تبقى طويلاً طرية long-lasting pliable فى العلاك chewing gum.

الداسرات propellants: المواد المستخدمة فى الضغط على الأغذية السائلة وتمكنها من أن توزع dispensed كرغاوى أو رذاذ. الداسرات propellants المستخدمة فى التوزيع dispense فى الأغذية غير المهواة تدخل فى هذه الفئة حتى ولو أنها لاتغير من قوام أو تلازج المنتج إلى درجة جوهرية.

المُثبِتَات والمُثَخِنَات stabilizers& thickeners: المواد التى تضبط بطريقة مباشرة أو غير مباشرة شعور الفم للأغذية السائلة أو شبه الصلبة على ألا تكون من الأنسجة. ويدخل من ضمن هذه الفئة: ١- المواد المبلمرة مثل النشا والصموغ والبروتينات والتى تُزيد اللزوجة وتُثبت المُشَتَتَات المائية للمواد الصلبة أو السوائل أو الغازات و/أو تنظم تكون البلورات وثباتها. ٢- الكيماويات غير المتبلرة أساساً أملاح والتى تضبط الخواص الإنسيابية كمعلقات البروتين المائية أو أى مواد متبلرة.

عوامل القوام texturizers: المواد التى تضبط شعور الفم للأغذية الصلبة منخفضة إلى منخفضة الرطوبة بإعتدال moderately low مثل الجبن

المعـــامل processed ومنتجـــات الحلويـــات confectionery والأكلات الخفيفـــــة snack foods وحبوب الإفطار واللحوم المعاملة وبدائـل اللحوم meat analogues.

الآثار traces: المواد التى تضاف إلى مكون أغذية (كما هـو مطلـوب باللوائح) حتـى يمكـن لمستويات هذا المكـون أن تُحَـدَدْ detected بعـد المعاملـة (التالية) و/أو إرتباطات مع مواد غذائية أخـرى (فـى الوقت الحاضر ثانى أكسيد التيتانيوم titanium dioxide المضـاف إلى الـبروتين النبـاتى المعـاد تكوينه هو المثل الوحيد المعروف).

فئات مساعدات المعاملة
processing aid categories

عوامل تهويـــة/إرغـــــاء aerating / foaming agents: غازات أو أبخرة تستخدم فى ضبـط كثافة الأغذية أو تكوين الجو المتصِّل بالغذاء.

عوامل ضد الإرغـاء antifoam agents: المـواد التـى تؤخـر أو تمنـــع الإرغـاء بخفـض التوتـــر السطحى.

الحوافـــز catalysts: الإنزيمـــات والمعــــادن المُسْتَخْدَمة فى حفز التفـاعلات التـى تحسـن مـن خواص الغذاء أو تسهل معاملة الغذاء.

عوامل الروقان/التلبد clarifying / flocculating agents: المواد غير الإنزيمات التـى تشجع روقـان و/أو ثبات السوائل بإزالة المواد المعلقـة أو المنتجة لسديم haze. ويدخل ضمـن هـذه الفئة المُرَسِبَات والخَالِبَات والمُنَحِيات وعوامل التنقية refining.

عوامل ضبط اللـــــون color control agents: المواد التى تحـافظ علـى أو تحسن اللـون (خضب، تشبع أو ضياء hue, saturation or lightness) للغذاء ويدخـل ضمـن هـذه الفئـة مُثَبِتَـات الألـوان والمُرَسِخَات fixatives.

عوامل التجميد/التبريـد freezing / cooling agents: المـواد التـى تخفـض مـن درجـة حـرارة مواد الغذاء من خلال الإتصال المباشر.

مساعدات النَتْش/التخمر malting/fermenting aids: المواد المستخدَمَة فى ضبط معـدل أو طبيعة عمليات النتش أو التخمر بما فيها مُغَذِيَـات الكائنـات الدقيقـة والقامِعَـات suppressants وليـس فيـها الأحماض والقواعد.

مساعدات مناولة المـواد materials handling aids: المـواد التـى تُغَـير مـن الخـواص الفيزيقيـة للغذاء أو مكـون الغـذاء وبذا تساعد فـى المناولـة. وهذه الفئـة تتضمـن الرابطـات binders والمالئـات fillers والمُلَدِنات plasticizers ومكونات الأفـلام film formers ومسـاعدات مكونـات الأقـراص tableting aids وعوامـل الإنسياب الحـر free-flowing agents.

عوامل الأكسدة/الإختزال oxidizing/reducing agents: المـواد التـى تسـبب أو تسـاعد تغـيرات الأكسدة والإختزال فمثلاً منـع الإغمقـاق أو إزالـة اللـون الجزئيـة (تبييـض) أو إنضـاج maturation الدقيــق وتهيئـة (تحويـر الـبروتين protein modification) العجين.

عوامل ضبط جيد/التحويــــــر / pH control modification agents: المواد التى تغير النشاط الحمضى أو القلوى للأغذية والأمثلة تشمل معادلة الكيماويات السابق إضافتها أثناء المعاملة والإذابة الوقتية والحلمأة وضبط رقم جيد لمختلف الخلطات المسبقة وضبط جيد أثناء التخمر.

عوامل إطلاق/ضد اللصق release / antistick agents: المواد المُطَبَّقة على الأسطح المتصلة بالغذاء لمنع الإلتصاق.

عوامل التِصْحَاح/التدخيــــــن / sanitizing fumagation agents: المواد القاتلة والمثبطة حيوياً المستخدمة لقتل أو تثبيط نمو الأوبئة pests وتشمل القوارض والحشرات والكائنات الحية الدقيقة.

مساعدات الفصـــــل/الترشيح / separation filtration aids: المواد التى تفصل أو تساعد فى فصل المادة من غذاء سائل على أساس الحجم أو الشحنة أو الإمتصاص وتشمل هذه الفئة الأغشية وراتنجات النخل الجزيئية molecular sieve resins وراتنجات التبادل الأيونى.

عوامـــل المذيبـــات/الحـــاملات/المُكَبْسِـــلات solvents / carriers / encapsulating agents: السوائل أو المواد الصلبة المستخدمة فى إستخلاص أو ذوبان أو حمل أو كَبْسَلَة واحد أو أكثر من مكونات الغذاء (مثل المُغَذِيَات والألوان والنكهات).

عوامل الغسل/إزالة السطح washing / surface removal agents: المـواد التى تستخدم فى الغسيل أو تساعد فى إزالة طبقات السطح غير المرغوبة من أنسجة نباتية أو حيوانية.

(Macrae)

ضاءَ

الضَّوْءُ وحفظ الأغذية
light in food preservation

التشعيع بواسطة الأشعة فوق البنفسجية (UV) ultraviolet radiation وهى أشعة غير مؤينة يقتل البكتيريا فى الماء. وهو آمن وصديق للبيئة وإقتصادى عن الكلورة chlorination التقليدية ولايؤثر على مذاق الماء كما يفعل الكلور. كما تُسْتَخْدَم لمبات الأشعة البنفسجية ذات الشدة العالية UV-c lamps لزيادة جهد إمكانية التخلص من البكتريا السطحية فى الغذاء. كما تستخدم الأشعة البنفسجية فى مصانع الألبان وكذلك فى مصانع الجيلاتى واللحوم والخضر.

أ- تحسين حفظ الأغذية بالتشعيع بالأشعة فوق البنفسجية
food preservation enhancement by UV radiation

تُسْتَخْدَم لمبات الأشعة القاتلة للبكتيريا فى: تطرية أو تعقيم اللحوم، معالجة ولف الجبن، منع نمو العفن السطحى على منتجات الخبيز وتنقية الهواء وفى عبزجة ومعالجة الأغذية وفوق راقود المخللات.

من المتفق عليه، عموماً، أن طول الموجة لأقصى تأثير يقتل الجراثيم هو ٢٦٠٠ أ° Å. ولمبات بخار الزئبق منخفضة الضغط لها أقصى قدرة عند

٢٥٣٧ أْ Å (أْ = أنجستروم = جزء من المليون من السنتيمتر). يتوقف النشاط المميت على مدة التعرض وشدة الضوء وأيضاً على درجة الحرارة وتركيز أيون الأيدروجين وعدد الكائنات الموجودة فى كل وحدة مساحة معرضة. كما تؤثر نسبة الرطوبة على معدل موت البكتيريا المعلقة فى الهواء خاصة عند أعلا من ٠,٥ حيث أى زيادة فى نسبة الرطوبة ينتج عنه نقص معدل الموت.

وجراثيم البكتريا أشد مقاومة للأشعة فوق البنفسجية عن الخلايا الخضرية البكتيرية، والعفن mold أكثر مقاومة عن البكتريا الخضرية البكتيرية بينما الخميرة تختلف أقل من البكتيريا فى هذا المقام.

وفى تعتيق اللحوم تستخدم درجات حرارة مرتفعة نسبيا مما يساعد على نمو الكائنات الحية ولذا تستخدم الأشعة فوق البنفسجية. واللمبات المستخدمة تبعث إشعاعات فى المدى القاتل وهو ٢٥٣٧ أْ Å ولكن أيضا فى ١٨٥٠ أْ Å وهذه تحول أكسيجين الجو إلى أوزون ozone وعلى ذلك فإن المناطق غير السوية والمظللة فى السطوح المشعة يعقمها هذا الأوزون.

ولكن الأشعة البنفسجية لاتنفذ خلال المواد المعتمة opaque وتأثيرها أقل على السطوح الخشنة. والبعض يعزى التزنخ إلى مدى الأشعة فوق البنفسجية من الطيف. وقد تم عمل مواد لف لها القدرة على منع الأشعة فوق البنفسجية. وقد إتضح من التجارب أن الستزال فى زيت الليمون lemon oil هو غير ثابت للأشعة فوق البنفسجية وأن التحليل الضوئى له قد يؤثر على المكونات الأخرى فى نكهة الليمون أثناء التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية.

وكذلك تستخدم الأشعة فوق البنفسجية فى تطهير الأجهزة والمواد الزجاجية والهواء وفى هدم الكائنات الموجودة فى الهواء وكذلك فى تعقيم مواد التعبئة للتعبئة المطهرة aseptic packaging. ولأن لها قوة إختراق صغيرة وعلى ذلك فقدرة تطهيرها تتأثر بجسيمات التراب فى الجو.

ويعتقد البعض أن تأثيرها ناتج عن إنتاج فوق أكسيد الأيدروجين وغيره من التغيرات الكيماوية والفسيوكيماوية فى مكونات الخلية. بينما يرى آخرون أن موجات الأشعة فوق البنفسجية من ٢٠٠ – ٢٩٠ نانومتر تخترق أغشية الخلية لتزعج جزيئات د.ا.ر.ن DNA مما يمنع تكاثر الخلية. وكذلك فإن تهدم جدر الخلايا يهدم البكتيريا ويكون له تأثير قتل الجراثيم.

ب– إشعاعات الضوء المرئى
visible light radiation

يرجع التأثير القاتل لضوء الشمس إلى الإشعاعات فوق البنفسجية عند الموجات من ٢٠٠ – ٢٩٠ ميكرومتر وخطوط العرض والطول وصفاء الجو يؤثر على كفائتها.

ج– إعادة التنشيط الضوئى
photoreactivation

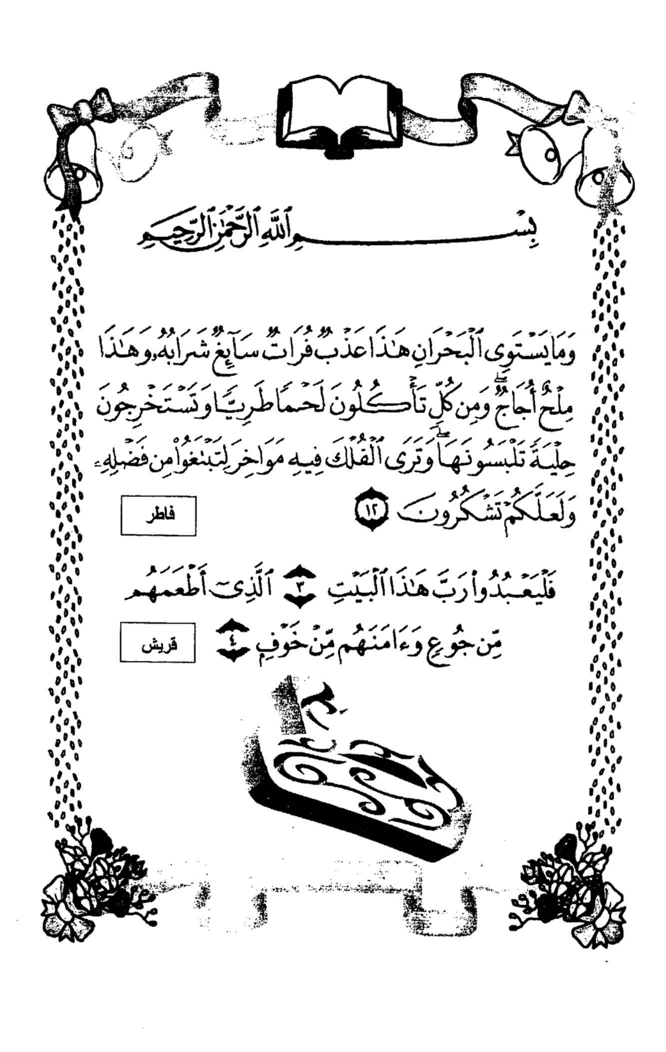
إذا عوملت الكائنات الدقيقة بالصبغات مثل الاريثروسين erythrosin فقد تصبح حساسة للضوء المرئى ويعرف هذا التأثير بإعادة التنشيط الضوئى

photoreactivation. وبعض الصبغات لها هذه القوة. والجراثيم قد لاتظهر هذه الظاهرة بينما الخلايا الخضرية المقابلة تظهرها. ويفسر ذلك بأن الإشعاع يهدم المادة الوراثية فى الخلية وأن بعض البكتيريا قد تنتج جراثيم ثنائية الصبغات نتيجة بعض التمزق.

كما يُسْتَخْدَم ضوء شديد فى نبضات متفككة قصيرة ومستمرة فى short pulses of incoherent طيف عريض لزيادة عمر الرف إذا كان الإشابة الجرثومية للسطح هى مسبب الفساد فى بعض الأغذية البحرية. والزيادة تتم خلال عمليتين: بهدم الكائنات الدقيقة المسببة للفساد وبتثبيط الإنزيمات. وهذه التأثيرات يحصل عليها بميكانيزم حرارى ضوئى وحرارى كيماوى بإستخدام موجات طولها أقل من ٣٠٠ نانومتر. ونبضات موجات الضوء تنقل طاقة حرارية إلى طبقة سطح رفيعة دون رفع درجة حرارة المنتج. ويمكن رفع الكفاءة بإستخدام صبغات أو مواد أخرى كيماوية والتى تفضيلياً ترتبط بالكائنات الدقيقة أو الإنزيمات وبذا تزيد من حساسيتها للموجات الكهرومغناطيسية المتذبذبة.

د- الضوء المتذبذب pulsed light

الضوء المتذبذب بشدة ٢٠,٠٠٠ مرة مثل ضوء الشمس العادى يُسْتَخْدَم بمعدلات حتى ٢٠ وميضاً فى الثانية وهى طريقة سريعة جداً لنقل كميات كبيرة من الطاقة الحرارية إلى سطح المادة وبذا تُرْفَع درجة حرارة طبقة سطح رفيعة لتؤثر على الخلايا الخضرية على هذا السطح. ويحتاج الأمر إلى ترشيح الضوء فوق البنفسجى من الضوء المتذبذب عندما يستخدم فى معاملة الأغذية الحساسة للضوء فوق البنفسجى، وتكون الطاقة المتبقية فى الطيف المرئى والأشعة تحت الحمراء وتكون طريقة عمل التثبيط ضوئياً حرارياً. (Rahman)



بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

وَمَا يَسۡتَوِي ٱلۡبَحۡرَانِ هَٰذَا عَذۡبٞ فُرَاتٞ سَآئِغٞ شَرَابُهُۥ وَهَٰذَا مِلۡحٌ أُجَاجٞۖ وَمِن كُلّٖ تَأۡكُلُونَ لَحۡمٗا طَرِيّٗا وَتَسۡتَخۡرِجُونَ حِلۡيَةٗ تَلۡبَسُونَهَاۖ وَتَرَى ٱلۡفُلۡكَ فِيهِ مَوَاخِرَ لِتَبۡتَغُواْ مِن فَضۡلِهِۦ وَلَعَلَّكُمۡ تَشۡكُرُونَ ١٢

فاطر

فَلۡيَعۡبُدُواْ رَبَّ هَٰذَا ٱلۡبَيۡتِ ٣ ٱلَّذِيٓ أَطۡعَمَهُم مِّن جُوعٖ وَءَامَنَهُم مِّنۡ خَوۡفِۭ ٤

قريش

أعشاب طبية

أنظر: توابل

طبخ

الطبخ cooking

الطبخ المنزلى domestic cooking

الطبخ المنزلى كغيره يقصد به تحسين إستساغه الغذاء وجعله أكثر إشتهاءا. والطبخ يرفع درجة حرارة الغذاء وهذا ينتج عنه عمليات متزامنة ومتصلة والتى تؤثر على النكهة والقوام والمظهر ومحتوى المغذيات وأمان الغذاء (الصورة ١).

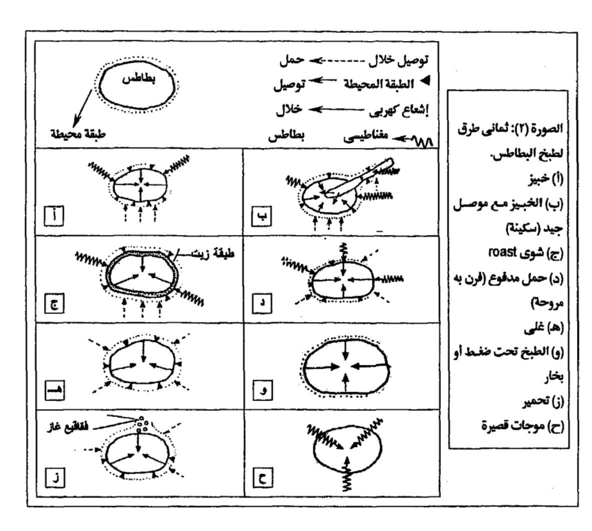
والطرق المختلفة فى الطبخ المنزلى تعكس الطريقة التى ترتفع بها درجة الحرارة.

وهناك طريقتان رئيستان تستعمل فيها الطاقة مع الغذاء ممايؤدى إلى إرتفاع درجة الحرارة.

فالطريق التقليدى هو بالإتصال مع وسط تسخين والذى يسبب أن الحرارة تنساب إلى سطح الغذاء ثم إلى المركز بالتوصيل. والبديل هو إستخدام الإشعاع الكهرومغناطيسى. ومن نوعى الإشعاع الكهرومغناطيسى التى تستخدم عادة فى الطبخ المنزلى الأشعة تحت الحمراء والتسخين الإشعاعى (الشى/الشوى grilling) يستخدم إشعاع الموجات القصيرة والتى لها القدرة على النفاذ حوالى مليمترين تحت سطح الغذاء. والمناطق الداخلية للغذاء تسخن بالتوصيل. أما موجات الراديو فلها موجات أطول ويمكنها النفاذ عميقاً فى الغذاء مولدة حرارة فى موضعها الأصلى *in situ*. وفى كثير من الحالات فإن إنتقال الحرارة أثناء الطبخ ليس بميكانيزم واحد فمثلاً الأفران تمتص وتثبت طاقة أشعة تحت حمراء والأغذية المخبوزة تسخن بإرتباط من الحمل والإشعاع. وبالمثل البارباكيو/الشوى تبث أشعة تحت حمراء كما تولد غازات إحتراق ساخنة والتى تنساب حول الغذاء مسخنة له بالحمل. وبعض هذه الطرق والتى تسخن بها الأغذية موضحة فى الصورة (٢).

<table dir="rtl">
<tr><td colspan="2">طاقة منقولة بالإشعاع الكهرومغناطيسى</td><td colspan="7">الطاقة تنتقل بالإتصال مع مسخن</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">طول الموجة</td><td colspan="4">غاز أو بخار</td><td colspan="2">سائل</td><td rowspan="4">صلب</td></tr>
<tr><td colspan="2">حمل هواء</td><td colspan="2">بخار</td><td rowspan="3">ماء</td><td rowspan="3">زيت</td></tr>
<tr><td rowspan="2">مدفوع</td><td rowspan="2">طبيعى</td><td rowspan="2">ضغط</td><td rowspan="2">جوى</td></tr>
<tr><td>٣٠٠ مم</td><td>٠,٠٣ مم</td></tr>
<tr><td>الحرارة تولد خلال الجسم كله</td><td colspan="8">كل هذه الطرق تؤدى إلى تسخين السطح
إنسياب الحرارة إلى المركز بالتوصيل</td></tr>
<tr><td>موجات الراديو</td><td>الشى / الشوى</td><td colspan="2">التحميص الخبيز</td><td>الطبخ تحت ضغط</td><td>المعاملة بالبخار</td><td>الغلى الغلى ببطء</td><td>التحمير</td><td>التحمى</td></tr>
</table>

صورة (١): تقسيم طرق الطبخ المنزلى.



الصورة (٢): ثمانى طرق لطبخ البطاطس.
(أ) خبيز
(ب) الخبيز مع موصل جيد (سكينة)
(ج) شوى roast
(د) حمل مدفوع (فرن به مروحة)
(هـ) غلى
(و) الطبخ تحت ضغط أو بخار
(ز) تحمير
(ح) موجات قصيرة

• الطبخ والإتصال المباشر مع وسط التسخين

النقل السطحى للحرارة

surface heat transfer

الإختلاف الحاسم مابين الطرق المختلفة للتسخين بالإتصال بمادة مسخنة هو مايحدث عند سطح الغذاء.

فإذا وضع غذاء صلب فى سائل ساخن فيكون هناك طبقة ساكنة من السائل حول الغذاء وهذه الطبقة تعمل كحاجز مانع يبطىء إنسياب الحرارة من السائل للغذاء. والهواء عازل جيد (التوصيل الحرارى ٠,٠٢٤ وات/م/ك W/m/k) وعلى ذلك فطبقة من الهواء تبطىء بدرجة كبيرة إنسياب الحرارة من الفرن إلى الغذاء (صورة ٢أ). وأحد طرق خفض سماكة هذه الطبقة هى تحريك وسط التسخين. وفى حالة الأفران ذات المراوح فإن الهواء يساعد على الدوران وبذا يرتطم impinging سطح الغذاء وفيزيقياً ينقص من سماكة الطبقة المحيط (صورة ٢ب) وعامل إنتقال الحرارة فى فرن مزود بمروحة حوالى ١٠ أمثال الفرن التقليدى.

والحرارة تنتقل بالتوصيل فى الطبقات المحيطة ووسط التسخين وهو موصل أحسن للحرارة عن الهواء يزيد من معدل إنسياب الحرارة إلى سطح الغذاء. والماء له توصيل حرارى قدره ٠,٥٧٣ وات/م/ك W/m/K ومعدلات نقل الحرارة بالحمل

أثناء الغليان والغليان البطيء simmering أسرع منها فى الأفران على نفس درجة الحرارة (الصورة ٢هـ) ولكن أقصى درجة حرارة يمكن الوصول إليها بالماء تحد بنقطة غليان الماء. أما مع الزيت فله توصيل حرارى مساو تقريباً ويمكن أن يعمل على درجة حرارة حوالى ١٨٠ °م. وعلى ذلك فمعدلات إنتقال الحرارة تنساب إلى السطح فى التحمير أسرع بكثير من الغليان وهذا يعزى جزئياً للتقليب الفيزيقى للطبقة المحيطة الناتج عن توليد بخار الماء على سطوح الأغذية المتصلة بالزيت الساخن (الصورة ٢ز).

وعند إستخدام البخار المشبع كوسط للتسخين فإن معدل الإنسياب إلى سطح الغذاء يصحبه ويتزامن معه تكثيف للبخار. والتغير الكبير فى الحجم أثناء التكثف ينتج عنه أن بخار "طازج" ينساب ليشغل الفراغ وبذا يحتفظ بطبقة محيطة يمكن تجاهلها تقريباً (الصورة ٢و). ولكن إذا لم يكن البخار مشبعاً فإن الهواء غير المتكثف يتراكم عند سطح الغذاء مكوناً طبقة عازلة و٦٪ هواء فى البخار يُنْقِص نقل الحرارة السطحى بـ ٩٠٪.

إنسياب الحرارة من السطح إلى مركز الغذاء

عندما تنساب الحرارة فى الطبقة المحيطة فإن درجة حرارة سطح الغذاء تبتدىء فى الإرتفاع والمعدل الذى تحمل به الحرارة من السطح المسخن إلى بقية الغذاء يتحكم فيه الخواص الفيزيقية للغذاء وإختلاف درجة الحرارة بين السطح وبقية الحجم bulk. وهذا الإختلاف فى درجة الحرارة هو القوة الدافعة وكلما سُخِنَ الغذاء فإن فرق درجة الحرارة يقل ومعدل نقل الحرارة ينعدم مع الزمن.

ومعدل إنسياب الحرارة يرتبط طردياً مع التوصيل الحرارى وعكسياً مع الحرارة النوعية specific heat والكثافة. وعلى العموم فإن الأغذية تميل إلى أن تكون موصلات رديئة للحرارة مع النتيجة أن السطح يصبح ساخناً بينما يبقى المركز بارداً نسبياً. وفقط مع أزمنة تسخين ممتدة تقترب درجة حرارة المركز من درجة حرارة وسط التسخين. وآخر العوامل التى تؤثر على معدل إنسياب الحرارة من السطح للمركز هو شكل الغذاء (الشكل والحجم ومساحة السطح المعرض لوسط التسخين). والطول الحرج هو أقصر مسافة من السطح إلى مركز الغذاء. والشكل يحدد نسبة السطح : الحجم وكلما كبرت نسبة السطح إلى الحجم كلما أسرع الغذاء فى التسخين عند مركزه وهذا يمثله التحمير العميق والضحل فالتفرقة بين الإثنين هى مساحة السطح المعرض للزيت الساخن.

• الطبخ بالإشعاع الكهرومغناطيسى

أشعة تحت حمراء

مثل الطرق التقليدية للطبخ الشى/الشوى grilling (الشى broiling) يسبب تسخين سطح الغذاء ثم يسخن المركز بالتوصيل. وإمتصاص الأشعة تحت الحمراء على السطح يتناسب مع فرق درجة الحرارة من القوة الرابعة بين مصدر الإشعاع وسطح الغذاء. ولكن مختلف الأغذية تمتص إشعاعات تحت الحمراء إلى مدى مختلف يتوقف على

إمتصاصيتـــها absorbtivity (الجســم الأســود ١ والعاكس المثالى صفر والماء ٠,٩٦).

والشـى/الشـوى grilling والباربـاكيونج (الشـوى) محددة بأن الطاقة المشعة توصل من إتجاه واحد. والطبخ من جميع الجوانب يتحقق فقط بالتقليب المتكرر للغذاء. وبالتسخين بالأشعة تحت الحمراء يدخل فى طرق طبخ كثيرة مثل الخبيز والتحميص roasting وفى هذه الحالات فإن جدر الفرن تسخن بحمل الحرارة ثم تبث إشعاعات تحت حمراء.

الموجات القصيرة microwaves

الموجات القصيرة تنفذ إلى عمق الأغذية فشكل الموجات الكهرومغناطيسية الجيبى sinusoidal يسبب أن ثنائية القطب dipoles تتذبذب oscillales مما يسبب حرارة (٢ح) وبمرور الموجات القصيرة خلال الأغذية فإنها تفقد طاقتها. ولو أن التسخين يحدث داخل الغذاء فإن معظمه عند السطح. ودرجة الحرارة التى يصل إليها الغذاء تتوقف على عدة عوامل بما فيها التردد/التكرار frequency للإشعاع وقوة الحقل وعامل فقد العازل الكهربائى dielectric للغذاء والرطوبة الحرة الموجودة وشكل الغذاء.

• تغيرات الجودة أثناء الطبخ

هناك طريقتان رئيسيتان للطبخ: المبتل والجاف. والطبخ المبتل يشمل الغلى والغلى البطىء والمعاملة بالبخار والطبخ تحت ضغط والغلى البطىء stewing و poaching وأثناء الطبخ المبتل فدرجة حرارة سطح الغذاء لاتتعدى نقطة غليان الماء (عادة ١٠٠°م ولكن حتى ١٢٠°م فى الطبخ تحت الضغط المنزلى). وعلى ذلك فإن السطح يبقى خضلاً. أما الطبخ الجاف فيشمل التحمير (عميق وضحل)، الخبيز والتحميص (فى الفرن) مع إضافة دهن أو عدم إضافته أو الشوى grilling (broiling) بـاربكيونج والتحمىء griddling ودرجة حرارة السطح أثناء الطبخ الجاف تتجاوز ١٠٠°م ممايؤدى إلى تبخر الرطوبة وجفاف السطح وقصافته crisp.

ومهما كان الغذاء الذى يتم طبخه فإنه قد يكون غالباً من أصل بيولوجى وقد يكون لايزال يتنفس حتى وقت الطبخ وأن إرتفاع درجة الحرارة أثناء الطبخ يمكن أن ينتج عنه تمزق شديد لكيان التركيب وإنتهاء نشاط الأيض العادى. ولما كانت التغيرات التى تحدث أثناء الطبخ تتوقف على كل من درجة حرارة المنتج والزمن الذى يبقى عليه الغذاء على كل درجة حرارة فإن جودة المنتج تتغير دائماً. ومعظم تغيرات الجودة التى تحدث أثناء الطبخ المنزلى يمكن أن توصف بحركيات أرهينيس Arrhenias للرتبة الأولى first-order (أى أنه بعد الوصول إلى طاقة تنشيط محددة فإن معدل التغير يتناسب مع معدل ثابت والذى هو نفسه يتأثر بطريقة أُسِّية exponentially بدرجة الحرارة). وطاقة التنشيط والمعدل الثابت يختلفان بإختلاف عوامل الجودة بجانب أن كل عامل قد يسلك مسلكاً مختلفاً فى كل غذاء (مثل الثيامين يتكسر أسرع أثناء طبخ التراوت المرقط rainbow trout عن محلول منظم على نفس درجات

الحرارة-الزمن). وهذا معناه أنه إذا طبخ غذاء بالنسبة لجودة معينة (مثل لون اللحم أو قوام الكيك) وإذا كانت معاملة الزمن-درجة الحرارة تختلف عن طريقة معينة فإن معالم الجودة الأخرى قد تكون تحت مثالية suboptimal. فعلى سبيل المثال اللحم المعامل فى أفران الراديو قد لايكون له نفس النكهة مثل اللحوم المشوية التقليدية.

تغيرات القوام textural changes

ليس هناك ميكانيزم واحد مسئول عن قوام الأغذية ولكن التغيرات فى تركيب البروتين وذوبان عديد السكريات (وبعض البروتينات) هما الظاهرتان الأوليتان المتعلقتان.

فالحرارة تسبب أن البروتينات تُحِل تركيبها الثلاثى. والتسخين لمدد طويلة أو درجات حرارة عالية كثيراً ماينتج عنه تغيرات غير عكسية فى التركيب الثلاثى تسمى المسخ denaturation والتى تسبب تغيرات فى الخواص الوظيفية. وإذا كان البروتين مشحوناً بشحنة كبيرة فإن سلاسل الأحماض الأمينية المفكوكة تميل إلى أن تنفع كل منها الأخرى والبروتين يزيد من ميله للماء مما يؤدى إلى تعزيز الذوبان.

وإذا كانت جزيئات البروتين قريبة من نقطة التكاهر isoelectric point فإن سلسلة الأحماض الأمينية تميل إلى جذب كل منها الأخرى مع تفاعلات كارهة للماء وروابط أيدروجين مكونة سلاسل شبكية. وهذا الإرتباط فى الجزيئات يسبب إنخفاضاً فى كمية الماء التى ترتبط بالبروتين مع النتائج الآتية: فقد فى ذوبان البروتين؛ ترسب البروتين من محلول مما يعطى تركيباً صلباً (وهذا التغيير مسئول عن العقد الحرارى أو تكون الجل)؛ فقد فى مقدرة الإحتفاظ بالماء مصحوباً بناضح/نضيح مائى من الناتج (غالباً مايلاحظ عند طبخ اللحوم)؛ إنكماش المنتج عندما يحدث التغيران السابقان؛ زيادة فى عتامة الغذاء (مثل بياض البيض).

وبعض البروتينات يحدث لها إنتقال حرارى عكسى عندما تسخن فمثلاً الكولاجين (وخاصة مشتقه المحملأ، جيلاتين) يذوب عند تسخينه ونظراً لوجوده بكثرة فى الأنسجة الرابطة فإن هذا له معناه فى طراوة اللحم المطبوخ وهو مسئول جزئياً عن الفعل المطرى للغلى البطىء stewing لمدة طويلة.

والذوبان عملية تؤثر على عديد السكريات الموجودة فى جدر خلايا النبات وذوبان هذه البكتينات ينتج عنه طراوة أنسجة النبات وإضافة بيكربونات الصوديوم يعزز ذوبان البكتين بإنتاج الملح الصوديومى محل أيونات الكالسيوم وهى مخلوبة chelated طبيعياً فى التركيب.

وميكانيزم آخر عادة مسئول عن الجساءة rigidity فى النبات هو الإنتفاخ turgor ومسخ البروتينات الموجودة فى أغشية الخلايا يسبب نهاية التنظيم التناضحى osmoregulation ويتبع ذلك طراوة الأنسجة. ومسخ البروتين بالعينة هو غرض السلق blanching - تعريض قصير لدرجة حرارة حول ٨٥°م - مع قصد هدم الإنزيمات المُحَورَة للنكهة قبل التجميد المنزلى.

والنشا موجود في كثير من نباتات الأغذية وتسخين النشا مع وجود كميات من الماء يؤدى إلى الجلتنة والحبيبات تنتفخ عندما تمتص الماء والمناطق المتبلرة تتمزق وهذا له كلا التأثيرين الطراوة والثخانة وهذا هو السبب في أن جلتنة النشا تعمل على لزوجة كثير من الصلصات.

ومنتجات الدقيق المخبوزة ذات القوام المفتوح والخفيف ترجع إلى وجود خلايا غازات أو هواء في عجين قبل الخبز. وأثناء التسخين تتمدد الغازات وهذا التمدد يساعد عليه تولد غازات من عوامل الرفع الكيماوى chemical leavening (مثل بيكربونات الصوديوم) ومن زيادة ضغط بخار الماء الموجود. وفي النهاية فإن الشبكة السائلة تنعقد بالحرارة بمسخ البروتينات وتجلتن النشا. وفى حالة فشار الذرة فإن طبقة الحبة غير المنفذة impervious تعمل كجدار وعاء الضغط. وبتسخين الحبة فإن ضغط بخار الماء يتزايد حتى يتمزق الجدار والبخار يخرج ومبيضاً مفتحاً السويداء والذى ينعقد بعد ذلك بالحرارة.

وعادة يرتبط سطح خارجى قصف crisp بالطبخ الجاف. ودرجة الحرارة أعلا من ١٠٠ °م ينتج عنها فقد الرطوبة من السطح.

تغيرات اللون والنكهة

مع إستثناء الألوان المضافة مثل الزعفران saffron والقِرْمِز/أحمر كوتشينل cochineal المستخدمة في الطبخ المنزلي فإن هناك نوعان من تغيرات اللون تنتج عن هذا الطبخ: تحورات في اللون الطبيعي للصبغات الموجودة في المواد الطازجة وتفاعلات البنية/الإسمرار browning reactions.

ومعظم الألوان الطبيعية تميل إلى أن تكون غير ثابتة عند الطبخ. وبجانب هذه التغيرات الكيماوية فإنه في الطبخ المبتل فإن فقد اللون الطبيعى قد ينتج عن نض الصبغات الذائبة في الماء إلى وسط الطبخ.

والبروتينات المعدنية الملونة توجد في الأغذية الحيوانية والنباتية فالميوجلوبين الموجود في العضل يحدث له تغير في اللون من أحمر-أرجوانى إلى بنى/أسمر عند تسخينه وهذا ينتج عن أحماض أمينية معينة في بروتين الجلوبين فتصبح متناسقة مع ذرة الحديد المركزية كما أن الكلوروفيلات معرضة لفقد لونها عندما تسخن في ظروف حمضية فالتغير من الأخضر البراق إلى الأخضر الرمادى هو نتيجة إزالة المعدن بإزالة المغنيسيوم الوسطى من الجزىء.

والحساسية لرقم جـيد تظهرها صبغات طبيعية أخرى فالأنثوسيانينات على سبيل المثال تتغير من أحمر (في وسط حمضى) خلال عديمة اللون (عندما تكون متبادلة) إلى أزرق (في وسط قلوى) وهذا ينتج عنه تغيرات في اللون عندما تمزق الحرارة الخلايا وتسمح لهذه الصبغات الذائبة في الماء بالإختلاط مع ماء الطبخ.

وتفاعلات البنية/الإسمرار تميل إلى أن تحدث في مستويات منخفضة من الماء المتاح ولهذا فهى عامة في الطبخ الجاف حيث طبقات السطح قد تجف. والتكرمل يحدث عند تسخين السكريات المركزة خاصة في وجود أحماض أو قواعد. والتكرمل مهم في حلويات السكر والدقيق وأكثر هذه التفاعلات

هـو تفـاعلات مايـارد البنيـة/الإسمـرار Maillard browning والتى تشمل التفاعلات بين مجموعـات الكربونيـل (كمـا توجـد فـى السـكريات المختزلـة) ومجموعـات الأمينـو. والتفـاعل يـعطـى مختلـف المركبات البنية/السمراء وخـواص عبير، والخليـط البسيط من حمض أمينى واحد وسكر مختزل واحـد يعطـى عبـيراً ممـيزاً يذكـر بأغذيـة معينـة (مثـل الجلوكوز والسيستئين عندما يسخنان علـى ١٨٠°م لمـدة ٣٠ ثانيـة فيعطـى رائحـة القمـح المنفـوخ puffed wheat ولكنـه بعد ٣ق فإنه يعطى رائحة لحم فوق مشوى over-roasted).

وعموماً فإن المكونات المتطـايرة تفقد أثناء الطبخ وهـذا يـؤدى إلى فقد فـى النكهـة غـير المطبوخـة وإستمرار التسخين للأسطح الناتجة قد ينتـج عنـه تكربن عادة مصحوب بتوليد دخان والسطح يتحول للبنية/الأسمر ثم يَسْوَد حيث يحترق وهـذه تعتـبر فاسدة.

التغيرات الغذائية nutritional changes

التقشير والتشـذيب قـد يـؤدى إلى فقـد كبـير فـى المغذيات المتاحة.

وفقـد المغذيـات أثنـاء الطبـخ يعـزى إلى طريقـين رئيسـين: التفـاعلات الكيماويـة الحراريـة ونـض المغذيات إلى وسط الطبخ. وكثير من المغذيات غير ثابتة للحرارة وعندما تسخن فإن تركيزها ينزل أسياً exponentially مع الزمن وكل مغذٍ لـه معدله فى الهـدم وأكـثر الفيتامينـات حساسيـة هـو حمـض الأسكوربيك (فيتامين ج) وحمض الفوليك واللـذان يمكن أن يفقـدا تماماً خلال الطبخ المنزلى. ومن الأحماض الأمينية الضرورية الليسين هـو أقلها ثباتاً للحرارة وحتـى ٤٠٪ قد تفقد فـى الطبخ المـنزلى. وعموماً فإن طرق الطبخ السريع بإستخدام درجات حـرارة عاليـة لمـدد قصيرة أو إسـتخدام موجـات الراديو يسبب أقل هدم عن الطبخ لمـدة طويلـة على درجـة حـرارة منخفضـة مثـل الغلّـى البطـىء stewing.

وبجانب التكسر الحـرارى فإن المغذيات يمكـــن أن تفقد بالتفاعل مع بعضها فمثـلاً البروتينات تشارك فى تفاعلات مايارد خاصـة عندما تكـون مجموعـات ε-أمينو موجودة.

وتضاف بيكربونـات الصوديـوم للخضروات لتأثيرهـا المطـرى ولكـن للأسـف إضافتـها تـؤدى إلى هـدم فيتامين ج كما أنـها تحـور البروتين كيماوياً مُخْفِضَةً قيمته البيولوجية.

الأمان safety aspects

المكونـات الضـارة فـى الأغذيـة تـأتى مـن زعـاف موجـود طبيعيـاً (مثـل السـيانيدات فــى الفاصوليـا الزبدية أو المنيهوت الحلـو cassava) أو مركبـات تتدخل مع الهضم مما يجعل الغذاء أقل فى قيمته التغذوية (مثــل مثبطـات التربسين التــى توجــد فـى كثير مـن البقـول). ووجـود الكائنـات الحيـة الممرضة قد يؤدى إلى العـدوى وغيرها وقد ينتـج زعافاً وكلاهمـا يـؤدى إلى تسـمم غذائـى والطبـخ يؤدى إلى هدم أو إزالة كثير من هـذه الكيماويات. ولكـن كثـير مـن الزعافـات قـد يكـون مقاومــاً للحــــرارة (مثـــل الزعــــاف الــــذى تكونـــه *Staphylococcus aureus*) والـذى لايـهدم

بدرجات الحرارة والأزمنة المستخدمة فى الطبخ المنزلى.

(Macrae)

الإستخدام المنزلى لإزالة الموجات القصيرة
domestic use of microwave ovens

ماهى الموجات القصيرة وكيف تُسَخِن الأغذية؟

الموجات القصيرة هى موجات كهرومغناطيسية فى مدى تردد/تكرار مـن ٣٠٠ - ٣٠٠٠٠٠ ميجـاهرتز MHz أى طول موجة من ١م إلى ١مم . وفى طـبخ الأغذيـــة فـــهى محـــددة بالحزمـــة الصناعيـــة/العلميـــة/الطبيـــة (ص.ع.ط) industrial/scientific/medical (ISM) مـن ٢٤٥٠±٥٠ ميجـاهرتز MHz. وفـى الولايـات المتحـدة الحزمـة ٩١٥±١٥ ميجـاهرتز MHz تستخدم أيضاً وفى أوروبا ٩١٥ ميجـاهرتز MHz غير متاحة عامة فيما عدا المملكة المتحدة.

وتسخين الأغذية يتم بإمتصاص طاقـة موجـات الراديو بـدوران rotation جزيئات الماء والإزاحة translation للمكونـات الأيونيـة للغـذاء. وهـذه الطاقة تحـول إلى حرارة وكلاً من الماء ومحتوى الأيونات المذابـة (غالبـاً ملـح) عوامـل مهمـة فـى تسخين موجات الراديو للغذاء.

وتسخين العازل dielectric heating يعتمد على أن جزىء الماء ثنائى القطبية dipolar أى له نهاية موجبة وأخرى سالبة. وعندما يتعرض ثنـائى القطبية إلى حقل موجات راديو والتى تغير إتجاهها بسرعة فإن ثنائى القطبية يحاول أن يَصُفْ نفسه مع إتجاه الحقل الكهربى. وهذا يتحقق مع بعـض التوانـى حيث تحاول الجزيئات التغلب على القصور الذاتـى والقوى بين الجزيئات فـى المـاء. والحقل الغذائى يوفر طاقة لجزىء الماء ليدور ويصبـح فـى حالـة محـاذاة الاصطفاف ثم تفقـد الطاقـة إلى حركـة الحـرارة الاعتباطيـة للمـاء وهـذه الطاقـة تسـاوى الارتفاع فى درجة الحرارة.

وميكـانيزم نقل الطاقـة يكـون كفئـاً فقـط إذا كـان الزمن بين تغيرات إتجاه الحقل الكـهربى قصيرة بدرجة أن تجمعات الجزىء ثنائى القطبيـة تكـاد تتبع تغيره. فإذا كان الوقت طويلاً (التردد/التكرار frequency قصير) فـإن المحـاذاة تكـون جيـدة وتقـل الطاقـة بطيئـاً. أمـا إذا كـان الوقـت قصـيراً التردد/التكرار عالٍ) فإن التجمعات لن تتحرك كثيراً بـين إنعكاسـات قطبيـة الحقـل field polarity reversals ومعدل إنتقال الطاقة يكون مرة أخرى بطيئـاً. وعـدد جزيئـات المـاء المرتبطـة مـع بعضـها بروابط أيدروجينية أقل على درجات حرارة عالية فالقصور الذاتى يكون أقل. ولما كان تـردد موجات الراديـو/الموجات الدقيقة المطبقة ثابتـاً وأقـل من أمثـل كفـاءة لنقـل الطاقـة energy transfer efficiency optimum فإن هذه الكفاءة تقل مع إرتفـاع درجـة الحـرارة. والأيونـات المميـأة hydrated مثل ص⁺، كل⁻ من ملح الطعام تحاول التحـرك فـى إتجـاه الحقـل الكـهربى والأيونـات محاطة بجزيئات ماء وفى تحركها تنقل طاقة إعتباطاً إلى جزيئات الماء. وجزيئات الماء أكثر تحركـاً على درجات الحرارة العالية وغير مرتبطة بشدة بالأيونات وتستطيع الحركة بحرية أكثر وتمتص وتبدد طاقـة أكثر. والتسـخين بـالتوصيل الراجـع إلى الأيونـات المذابة يزيد بزيادة درجة الحرارة.

خواص الموجات القصيرة للأغذية

microwave properties of foods

التفاعلات المجهرية الكبيرة macroscopic بين مادة غذائية وحقل موجات راديو يعبر عنها بعدد معقد غير بُعْدِى dimensionless،المجاوزية/ سماحية permittivity ε'. والمكون الحقيقى ثابت العزل ε' يعبر عن مقدرة خزن الطاقة فى المادة. والمكون الخيالى يمثل فقد طاقة ويسمى عامل فقد العزل ε''. وخارج القسمة يستخدم أيضاً كثيراً ويعبر عنه بفقد المماس: ظا $\delta = \frac{\varepsilon''}{\varepsilon'} = \tan\delta$.

وللفهم العملى لمعنى قيم الخواص العزلية للأغذية dielectric properties فإن مايسمى عمق النفاذية يحسب:

$$\text{ع} = \frac{(\text{٣,٣٨} \times \text{١٠}^{\text{٧}})}{f\,\varepsilon'^{\,\text{٢/١}}} [(\text{١+ظا}^{\text{٢}}\,\delta)^{\text{٢/١}} - \text{١}]^{\text{٢/١}} \ (\text{م}) \qquad (\text{١})$$

$$d = \frac{3.38 \times 10^{7}}{f\,\varepsilon'^{1/2}} [(1+\tan^{2}\delta)^{1/2} - 1]^{1/2} \ (m)$$

وهى تمثل العمق فى مادة حيث ١/هـ 1/e (٣٧٪) من قوة السطح الساقط incident surface power تبقى. والتقريب يعطى دقة كافية للأغذية ولـ ٢٤٥٠ ميجاهرتز MHz تعطى

$$\text{ع} = \text{٠,٠١٩٥} \sqrt{\varepsilon'' / \varepsilon'} \ (\text{م}) \qquad (\text{٢})$$

$$d \cong 0.0195 \sqrt{\varepsilon' / \varepsilon''} \ (m)$$

ومواد أوعية الطبخ يمكن أن تقسم إلى عاكسة reflecting وماصة absorbing أو شفافة transparent تبعاً لتفاعلها مع حقل الموجات القصيرة/الراديو. والمواد العاكسة معظمها معادن حيث طاقة موجات الراديو/القصيرة تخلق تيارات سطحية تنفذ لعدة ميكرومترات فى المادة. والمواد الشفافة تمتص طاقة موجات الراديو إلى حد صغير جداً فقط مثل الزجاج والمواد اللدنة. والمواد التى تمتص طاقة موجات الراديو تبعاً لميكانيزم التسخين الموضح أعلاه هى تلك المواد التى لها مكونات قطبية يسودها الماء أو لها توصيل نسبى منخفض.

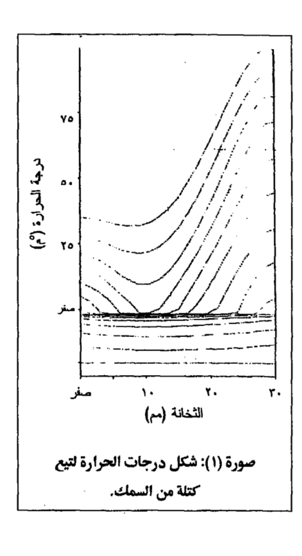
وللأغذية فإن محتوى الماء يكون هاماً لتحديد خواص التسخين لموجات الراديو وأساساً كلما كان محتوى الماء عالياً كلما كان العازل الكهربائى dielectric عالياً. وكثير من الأغذية تحتوى ملحاً وإنخفاض فقد العازل الكهربى مع إرتفاع درجة الحرارة نظراً لإمتصاص الماء ثنائى القطبية على درجات حرارة مرتفعة يوازن بزيادة فقد التوصيل تقريباً نظراً لمساهمة الأيونات المذابة للملح فى فقد العازل الكهربى.

وخواص العازل الكهربى للأغذية هى ثوابت ويجب قياسها تجريبياً. والبيانات موجودة لمكونات الغذاء الأساسية خاصة لـ ٢٤٥٠ MHzx ولكن بيانات قليلة جداً متاحة للأغذية المصاغة formulated والموجات المعدة.

وبجانب تأثير الماء والملح فإن كثافة الغذاء تؤثر كثيراً على خواص العازل الكهربى. فالمكونات الكيماوية التى تؤثر على إحتمالات الماء الثنائى القطبية أن يشترك بحرية فى ميكانيزم التسخين يمكنها أيضاً أن تؤثر فى خواص العازل الكهربى.

وهـذه يمكـن أن تكـون مكونـات "تربـط" المـاء "الحر" أو تؤثر على تكوين مستحلّبات زيت وماء. والأغذية المجمدة تظهر خـواص العازل الكـهربى أقل من الأغذية المُتَاعَة thawed. ومعظم المـاء فى الأغذية المجمدة يوجد على هيئة بلـورات ثلج داخل الغذاء ومع ذلك فتقريباً ١٠٪ من الماء تبقى لمحلول قَوِى للملح فى الغذاء. والمحلول يمكن بنجـاح تسـخينه بموجـات الراديـو والثلـج يكـاد لايمتص موجات راديـو على الإطلاق. وعلى ذلك فالفرق فى خـواص العـازل الكـهربى بـين الغـذاء المجمد والغذاء المتاع كبيرة بالتالى. وهما يؤديـان إلى مشكلة مايعرف بإســـم تسخين "الجرى بعيداً run away" أثنـاء الإتَاعَـــة thawing بموجـات الراديـو/القصيرة للأغذية حيث الجزء من الغـذاء الذى يبتدىء فى التّيَـع يُزِيـد خـواص إمتصاصه لموجـات الراديـو/القصـيرة وبــدا يميـل إلـــى إمتصـاص طاقـــة موجـات الراديـو المتاحـــة. ونتيجة لذلك فالأجزاء المُتَاعَـة تَزِيـد بسرعة فـى درجـة الحـرارة علـى حسـاب الأجـزاء المُجَمَـدَة (الصورة ١).

وخـواص إمتصاص موجات الراديـو يمكـن أن يعبر عنها بعمق النفاذ لهذه الموجات فـى الغذاء ويجب ملاحظة أن لمعظم الأغذية عند صفر °م يكون عمق النفاذ هو بين ١٠ - ١٥مم ويكاد يكون واحـداً على درجة حرارة صفر - ١٠٠°م. وللأغذية المالحـة مثل الهـام ham فعمـق النفـاذ ٣-٥مـم والإختلافـات الكبيرة فى خـواص موجات الراديـو بين الأغذيـة المُجَمَـدَة والمُتَاعَـة thawed يظـهرها الإختـلاف الكبير فى عمق النفاذ.

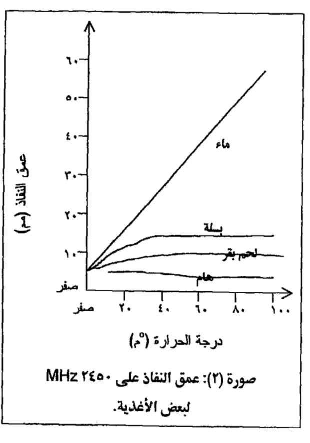


صورة (١): شكل درجات الحرارة لتيع كتلة من السمك.

إتساق/إنتظام التسخين heating uniformity

مقدرة النفاذ المحدودة لطاقة موجات الراديـو فى الأغذيـــة تظـــهرها الصـــورة (٢). وقـــد أظـــهرت الإعتبـارات العملية والتشـبيه الحاسـوبى أن توزيـع درجـة الحـرارة المتجانس خـلال عمـق الغذاء كلـه يمكـن أن يتحقق إذا كـانت ثخانـة/سماكـة الغـذاء هـى أقل من حوالى ٢,٥ مرة قدر عمـق النفاذ وفـى الحـالات الأخـرى فإن سطح الغذاء يمتص معظـم الطاقـة. والتوصيـل لـن يكـون كافيـاً بسـرعة لنقـل الحـرارة مـن السطح إلى المركـز وهـذا يـؤدى إلى ظاهرة "الجرى البعيد run away" لدرجـة حـرارة

السطح والتى يمكن أن تزداد سوءاً فى الظروف التى فقد العازل الكهربى يزداد مع درجة الحرارة مثل الغذاء الذى يحتوى نسبة عالية من الملح. وتنعكس موجات الراديو عند البيسـ ح interfaces بين المواد ذات خواص العازل الكهربى المختلفة وهذا قد يؤدى إلى تكوين مواد ذات طبقات ولها خواص عازل كهربى مختلفة.



صورة (٢): عمق النفاذ على ٢٤٥٠ MHz لبعض الأغذية.

وعندما تنقل موجات الراديو خلال الأغذية التى لها شكل مستدير أو قريب من الإستدارة فإن إتجاه الإمتداد لطاقة موجات الراديو داخل الغذاء فى كثير من الحالات يوجد تقريباً عمودياً على السطح. وهذا قد يؤدى إلى تركيز عالٍ للطاقة فى مركز غذاء الأغذية المستديرة إذا كان المركز لايبعد أكثر من عدة مرات عمق النفاذ للغذاء. وفرق التسخين فى المركز يمكن أن يحدث فى الأغذية المستديرة ذات القطر من ٢٥ - ٥٥مم فى الدقيقة كالبيضة مثلاً والتى لها ميل للإنفجار.

والحروف الحادة وكذلك أركان الأغذية - بمافيها ماخلق بتصميم العبوة - يعمل كهوائي antenae لحقل موجات الراديو ويمتص كميات كبيرة من طاقة موجات الراديو مما قد يسبب عيوباً فى الجودة مثل تجفيف أو حتى حرق الغذاء فى مساحات قريبة من الأحرف فى سطح القمة المفتوحة فى الأغذية المعبأة. وعلى ذلك فتماثل التسخين يتأثر بشكل الغذاء geometry of food والعبوة وتكوين الغذاء.

ومواد التعبئة العاكسة أو الشفافة لها تأثير كبير على توزيع درجات الحرارة الناتجة. وعامل آخر مؤثر هو توزيع حقل موجات الراديو الذى يخلقه نظام تغذية الطاقة فى فرن الموجات القصيرة والطرق المختلفة لتوزيع الطاقة داخل الفجوة الخاصة بكل فرن موجات قصيرة.

وكل من توزيع درجة حرارة وتوزيع الرطوبة فى الأغذية المسخنة بموجات الراديو يختلف عن الأغذية المسخنة تقليدية. ففى التسخين التقليدى يجف سطح الغذاء والرطوبة تنتقل تدريجياً من الداخل إلى السطح الأكثر جفافاً. وكثير من مكونات النكهة تتكون فى السطح الأكثر جفافاً على درجات الحرارة التى تتكون هناك. ومع التسخين بموجات الراديو فإن درجة حرارة سطح الغذاء، بالعكس، تكون عادة أقل قليلاً من درجة حرارة طبقة عدة ملليمترات تحت سطح الغذاء نظراً للتبريد التبخيرى والتبخير ليس كافياً لتجفيف

السطح والماء المهاجر من الداخل يمكن حتى أن يتكثف على السطح الأبرد لغذاء مسخن بموجات الراديو. وبذا فإن النكهة والمظهر المثاليين للأغذية المشوية roasted لاتتكون في الأغذية المسخنة بموجات الراديو حيث محتوى الماء عند السطح يكون عالياً جداً ودرجة حرارة السطح منخفضة جداً. وهناك عدة طرق للتغلب على ذلك فمثلاً إستخدام مكونات تعزز التسخين بموجات الراديو عند السطح، والتعبئة المتأثرية susceptor التي تعطي اللون البني/الأسمر أو تُقَصِّف crisps سطح الغذاء، وإرتباط التسخين مع هواء ساخن.

سرعة التسخين بموجات الراديو/القصيرة
the speed of microwave heating

إن توازن الطاقة مفيد في التنبؤ بزمن التسخين (ز t) أو سرعة التسخين

ل م ق × ز = ك ن (لاهـ - لاو)

$$P_{mw}\, t = m\, C_p\, (T_e - T_i)$$

حيث:

ك = كتلة الغذاء الذي يسخن

m = mass of food to be heated

ن = الحرارة النوعية للغذاء

c_p = specific heat of the food

لاهـ - لاو = درجات الحرارة النهائية والأولية

T_e and T_i = final & initial average temperatures

ل م ق = قوة الموجات القصيرة الخارجة من الفرن

P_{mw} = microwave output power of the oven

وقوة الموجات القصيرة الصادرة من الفرن هي حوالي ٦٠٠ - ٧٠٠ وات W بمعنى أن لضعف كمية الغذاء يكون زمن التسخين الضعف. وهي أصلح لكميات كبيرة من الغذاء.

مزايا وحدود التسخين بالموجات القصيرة
advantages & limitations of microwave heating

المزايا هي: الراحة والتسخين النظيف، تسخين الغذاء فقط، التسخين في عمق، سرعة التسخين وكفاءة الطاقة.

أما الحدود فهي: نقص ضبط توزيع درجة الحرارة، السطح لايتحول للبنية/الإسمرار، وأحسن مع الكميات الصغيرة من الغذاء.

أفران الموجات القصيرة microwave ovens

تولد موجات الراديو بواسطة مغنطرون magnetron وهذا أنبوبة فراغ أليكترونية مع أقطاب سالبة وموجبة وتحتاج إلى تيار عالي الفولت وبذا إلى محول transformer ومقوم rectifier. والموجات القصيرة تنقل إلى فجوة تسخين بواسطة نبائط devices كهروميكانيكية مختلفة والتي صممت لتوزع الطاقة بكفاءة داخل الفجوة. وهذا يسمح بتسخين الغذاء من أحجام مختلفة بإتساق كلما أمكن ذلك. وأبعاد الفرن الداخلية عادة تسمح بمساحة لقليل من الموجات القصيرة (وهي عند ٢٤٥٠ ميجاهرتز MHz تكون ١٢ سم) داخل أبعاد الفرن الداخلية وهذا يخلق تموجات مستقرة. وهذا النموذج ذو الثلاثة أبعاد له مساحات قوة كثافة عالية ومنخفضة. وعادة أفران الموجات القصيرة بها أنبطة devices تساعد على توجيه الموجات القصيرة إلى المساحة المركزية حيث يوضع الغذاء. ومعظم أفران الموجات القصيرة/الدقيقة بها إرتباط من تسخين مباشر والتسخين بالموجات المستقرة متعددة النسق.

وتجهز الآن الموجات الدقيقة/القصيرة بعدة أنباط devices لجعل التسخين أكثر كفاءة مثل الدوران بحيث يمر الغذاء في قوى منخفضة وعالية وإرتباطات مع الهواء الساخن من أفران عادية.

والمشكلة الأكثر حدوثاً هي خطر أن يسخن الغذاء لمدة طويلة وقد يجف ويلتقط ناراً.

والأغذية المجمدة هي أكثر الأغذية التي يستخدم معها أفران الموجات الدقيقة/القصيرة مثل البيتزا والوجبات الجاهزة والهامبرجر والخضر والبطاطس.

القيمة الغذائية

الأغذية المسخنة بالموجات الدقيقة/القصيرة تحتفظ بالقيمة الغذائية أحسن من الطرق التقليدية فالبروتين أعلا لأن الفقد في سوائل الطبخ أقل. كذلك فإن عدم حدوث التغير للون البني/المسمر نتيجة التفاعل بين السكريات المختزلة والمجموعات الأمينية يؤدي إلى قيمة غذائية أحسن. والدراسات لاتدل على أن الدهن يتأثر بالتسخين بالموجات الدقيقة/القصيرة أو التسخين التقليدي وكذلك درجة التزنخ لاتختلف. والمعادن نظراً لقلة الماء أو عدم إضافته لاتُفْقَد فهي أحسن مع التسخين بالموجات الدقيقة/القصيرة. ويفقد من الثيامين حوالي ٢٠٪ بسبب التهدم بالحرارة أما حمض الأسكوربيك فيحتفظ به أحسن في التسخين بالموجات الدقيقة/القصيرة بسبب إستخدام كميات أقل من الماء.

الأمان في الأغذية المسخنة بالموجات الدقيقة

عادة يتطلب الأمر الوصول بسرعة بدرجة الحرارة إلى ٧٠°م لتثبيط الكائنات الدقيقة المسببة للتسمم. ولكن درجة الحرارة في هذه الأفران لاتصل إلى ٧٠°م في عينة بطاطس مهروسة ولذا فإن هذا يدعو إلى الإهتمام. ولكن تسخين الغذاء بالموجات الدقيقة/القصيرة وجد أنه طريقة مريحة ومأمونة.

(Macrae)

طحلب

الطحلب algae

إنتاج وإستخدام الطحلب البحري
production & uses of marine algae

بجانب إستهلاك أعشاب البحر كغذاء فإن الإنسان قد وجد له إستخدامات أخرى مثل كإضافات للأغذية وكمواد خام لعمل منتجات غذائية مختلفة ومواد كيموطبية.

الأنواع المهمة كغذاء
species of importance as food

أعشاب البحر المأكلة أو خضروات البحر تتكون من الطحلب الأخضر Chlorophyta والبني Phaeophyta والأحمر Rhodophyta. وهي تقسم تبعا للصبغات التي تظهر خارجيا ولكنه في حالة الطحلب الأحمر مثل *Eucheuma* والذي ينمو في المياه مابين المد والجزر intratidal zones التلون الأخضر يرى نتيجة هدم صبغة اللون الأحمر المميز فيكوارثرين phycoerythrin.

وبعض خضروات البحر تشبه الشكل العام للنباتات الأرضية في أن لها مايشبه الورقة ومايشبه الساق

ومايشبه الجذر وهذا فقط كمرسى anchorage بينما وظائف إستخلاص التغذية والتمثيل وتحويل المواد غير العضوية إلى مواد عضوية تقوم بها أنصال مشابهة للورقة fronds.

وتكوين أعشاب البحر التى تؤكل كغذاء يختلف بإختلاف مجموعات المستهلكين فالشرقيون مثل الصينيون واليابانيون وأهل الملايو والفلبين يفضلون الأنواع الآتية: الطحالب الخضراء *Enteromprpha* و *Ulva* و *Monostroma* و *Codium* و *Caulerpa* والطحالب البنية *Hydroclathrus* و *Hizikia* و *Cladosiphon* و *Sargassum* و *Laminaria* والطحالب الحمراء *Porphyra* و *Gelidiella* و *Gracilaria* و *Halymenia* و *Hypnea* و *Laurencia*. والغربيون يفضلون *Ulva* والطحلب البني *Macrocystis* و *Ascophyllum* و *Laminaria* و *Undaria* والطحلب الأحمر *Poryphra* و *Gelidium* و *Palmaria palmata* (*Rhodtymenia palmata*) و *Chondtrus crispus*.

المصاد والفلورا الطبيعية

الطرق البدائية إشتملت على أخذ أعشاب البحر بالأيدى أو قطعها بسكاكين حادة وطريقة محسنة تستخدم شخصاً على سطح مركب – قد يكون ميكانيكياً – ويستخدم هذا الشخص قضيب pile به سكين على أحد النهايتين لقطع أعشاب البحر من الساق. وفى شمال لوزون بالفلبين تكشط السطوح الخشنة الحواف الناتئة ledges الصخرية تحت المد والجذر intratidal *Porphyra murcosii* و *P. suborbiculata* وهناك طرق أخرى ميكانيكية.

طرق الزراعة farming techniques

تاريخ زراعة أعشاب البحر أو mariculture ولزراعة *Eucheuma* فإن إستخدام نظام خط وحيد monoline وفيه تربط حبال إلى أعمدة من نهايتها. وفى نظام الهيبى Hibi يستخدم مادة صناعية تتكون من حزم من بامبو bamboo وتربط فى أماكن ضحلة حيث جراثيم *Porphyra* البرى تطلق وترتبط بالهيبى. وبعد بعض الوقت تجمع الهيبى وتنقل إلى منطقة ٠,٩ – ١,٥ متر عمق للنمو حيث تنبت الجراثيم فى حاملات جراثيم sporelings ثم إلى نباتات يمكن حصادها. أو أن تكون شبكة ذات ١٥ × ١٥ مش mesh وفى الخريف تجعل الشباك ٢٠–٤٠ متر × ١–٢ متر لتوضع فى المكان الطبيعى لـ *Porphyra* وتترك الشباك عائمة من أعمدة مثبتة فى قاع البحر أو أعمدة خشبية. وجراثيم الـ *Porphyra* تنمو على الشباك من الحصاد. أو تربط *Eucheuma* أو *Gracilaria* أو *Gelidiella* إلى قطع من الصخور ثم تنشر على القاع الصخرى للمنطقة بين المد والجذر.

التسويق و/أو الحفظ
marketing and/or preservation

المواد الطازجة بعد تنظيفها من الوساخة والنباتات الهوائية epiphyles واللافقريات invertebrates يتم تجفيفها فى الشمس أو فى مجفف أو تخلل

وللتصدير تعامل ويحصل على المستخلص مثل الكاريجينينات carageenans والآجار والألجينات والألجين.
أما الـ Porphyra و Monostroma فتجفف على بامبو بحيث تشكل الأعشاب البحرية في أشكالها الدائرية أو المستطيلة وفي اليابان يتم تقطيعها ميكانيكياً إلى شرائط وتباع في حقائب عديد الإيثيلين.
وفي أوروبا فإن Palmaria و Chondhrus الحية توضع لمدة أيام في تنكات خاصة تسمح بتحرك الماء وتبادل المغذيات بكفاءة ودخول ضوء الشمس. وهذه الطريقة للمحافظة على وتخزين الأعشاب البحرية تزيد من إستساغتها. ثم تجفف ميكانيكياً.

دور بعض الأنواع في غذاء بعض المجموعات

خضروات البحر الخضراء: أنواع *Caulerpa* و *Codium* والمعروفة في الفلبين بإسم لاتو Lato وبوك بوكلو pok-poklo بالتتابع هي أكثر الطحالب الخضراء المأكلة بين الأسيويين الذين يقطنون الجنوب الشرقي. وهي تحضر كسلطة مع الملح والخل وقد يضاف إليها مانجو و/أو طماطم مسحوقة ويرجع تضخم الغدة الدرقية goitre إلى أكل هذه المواد الغنية في اليود.

خضروات البحر البنية: وقد عمل اليابانيون منها شايا من الـ *Laminaria* والأجزاء العليا من *Sargassum* والـ *Hormophysa* تطبخ مع الخضروات كما تطبخ *Hizika* و *Hydroclathrus* و *Laminaria* و *Undaria*.

خضروات البحر الأحمر: وهذه تشمل أكبر عدد من الأنواع المأكلة والشرقيون يفضلون الـ *Porphysa* و *Gracilaria* و *Eucheuma* والغريبون *Palmaria* والـ *Chondrus* أو الطحلب الإيرلندى Irish muss والـ *Porphyra* ويعمل منها سلطات وشوربات ومخللات وجيللي وغير ذلك.
وخضروات البحر تعرف كمصدر رخيص للبروتين واليود. (Macrae)
أنظر: بروتين الخلية الواحدة

طَحَنَ

الطحن milling

أسس الطحن

بذرة القمح التي تستخدم في تصنيع الدقيق لها تركيب مطاول ٧ - ١٢مم في الطول و ٢-٤ مم في العرض وغَضَنٌ بطول الحبة يمتد تقريباً للمركز. وتركيب حبة القمح يتكون من ثلاثة أجزاء: الغلاف الخارجي pericarp ويقسم إلى عدة طبقات. والسويداء endosperm وهو تراكمات للخلايا وجنين القمح مقسم إلى الجنين embryo والحَرْشَفَة/فِلقة عُشْبِيَّة scutellum. والسويداء يكون ٨٣٪ من الحبة. وخلايا السويداء وهي الدقيق عندما ينقص إلى جسيمات صغيرة يحتوى حبيبات نشا عديدة مدفونة في شبكة بروتينية.

والقمح كائن حي يختلف في قيمته كنتيجة لخواص وراثية وتبعاً لظروف النمو والتخزين. وخواص المعاملة للقمح تتصل بقابليته للطحن وقيمة البروتين وكميته ونتيجة الخبيز للناتج النهائي. وأساساً هناك ثلاثة أنواع من القمح: صلب hard وطري soft وصلد durum. وتميل الأقماح الصلبة إلى أن تكون أعلا في المحتوى البروتيني (١٠ – ١٥٪) ولها عادة سويداء صلبة التركيب ويجد إستخدامه الأساسي في دقيق الخبيز. والأقماح الطرية داخلياً ذات المحتوى البروتيني الأقل (٨ – ١١٪) تستخدم في إنتاج الكيك والبسكويت. أما القمح الصلد durum فيعامل إلى سويداء حبيبي أو دقيقي للعجائن الغذائية. وهناك أنظمة طحن مختلفة ومميزة مصممة لتوائم الإختلافات في القمح التي تؤثر على قابليته للطحن millability. وعملية طحن دقيق القمح تتكون من: الإستلام والتحليل وتخزين القمح والخلط والتنظيف والتهيئة والطحن وتخزين الناتج ثم الشحن. والجدول (١) يبين مختلف النواتج والنواتج الثانوية في عملية طحن القمح.

جودة القمح للطحن

wheat quality for milling

لايوجد إختبار واحد يحدد تماماً جودة الطحن للقمح وتموجات خواص القمح وجودته تنقص من كفاءة وحدة الطحن ذات القدرة العالية والآلية الكاملة. فالرطوبة العالية تحل محل كمية من المادة الجافة في القمح وهذا جوهري إقتصادياً وتقنياً. وحبوب القمح الأكبر ترتبط بإتاء أعلا من الدقيق والحبوب الأصغر لها نسبة أعلا مابين الغلاف الخارجي والسويداء مما ينتج عن كمية أقل من السويداء ووزنه ألف حبة قمح صحيحة كاملة مصححة إلى مستوى رطوبة مثبت هي بيان جيد لإتاء الدقيق وقابليته للطحن. وصلابة الحبة وخاصة بعد تهيئتها للطحن هي ميزة جودة هامة. والأقماح الصلبة تتطلب حالات تهيئة أطول وتنتج مادة أكثر تحبباً والتي تنساب وتنخل أحسن كما أن الإقماح الصلبة تعطي مستويات إستخلاص أحسن كنتيجة لفصل أحسن للسويداء عن الردة.

جدول (١) المنتجات من الطحن.

المنتج	النسبة المئوية من الكل	الإستخدام النهائي الأولي
تصافي القمح [أ]	١–٣	علف الحيوان
دقيق ١ (أولي)	٦٠–٦٥	منتجات الخبيز
دقيق ٢ (ثانوي)	١٠–١٧	الخبيز واستخدام الصناعة
فارينا farina	٣–٨	منتجات الحبوب للإفطار
سيمولينا [ب]	٦٥–٦٧	عجائن غذائية
الردة bran [ج]	٢٢–٢٥	علف وألياف
الجنين germ	٠,٢–٠,٥	غذاء ومواد تجميل

أ: تصافي القمح screenings: شوائب تزال من القمح قبل طحنه.

ب: في طحن القمح الصلد المتبقي من ٨ – ١١٪ فقط في إستخلاص السويداء في دقيق ٢.

ج: الردة هي ناتج ثانوي تتكون من رقائق الغلاف الخارجي العريضة والطبقة الأليورونية وبعض السويداء وتجارياً يشتمل المصطلح على كل النخال والجنين offhals من العملية مثل القصيرات shorts (الردة الناعمة والجنين وجسيمات السويداء) والكلب الأحمر red dog (ردة ناعمة جداً والجنين وجسيمات السويداء).

تخزين القمح وخلطه
wheat storage & blending

تستخدم طرق مختلفة للحفظ مثل التهوية بالهواء المحيط والذى له خواص صحيحة أو بالهواء المبرد والتدخين وأنظمة ضبط لمتابعة أى تغيرات فيزيقية أو كيماوية فى القمح. وظروف التخزين غير المضبوطة يمكن أن ينتج عنها تدهور يبتدئ فى "جيوب" فى تنك التخزين كنتيجة للرطوبة العالية كما أن الحشرات الحية تنمو إذا كانت درجة الحرارة والرطوبة عالية. وهناك توازن بين رطوبة القمح ودرجة حرارة الهواء والرطوبة وعلى ذلك فظروف التخزين تشمل محتوى رطوبة أقل من ١٢,٥٪ وتحت الظروف المثالية فالقمح المخزن يمر خلال تغيرات مستمرة فى خواصه الطحنية والخبزية بالتعتيق ageing وهذا التغيير جوهرى فى الثلاثة أشهر بعد الحصاد مباشرة.

وواحد من أغراض الطَحان الأساسية هى أن يكون مورداً لناتج موحد إلى المستهلك. ولكى يحقق ذلك فيجب أن يتوفر له أقماح لها خواص بحيث خلطها يؤدى إلى طحين المطحنة mill-grist والتى تكون موحدة فى خواصها الفيزيقية والكيماوية. ولتحقيق ذلك فمن المهم تقييم القمح عند وصوله وفصله فى قواديس تبعاً لجودته.

تنظيف القمح wheat cleaning

فصل الأجزاء غير القابلة للطحن من القمح ينبنى على إختلافات فى خواص المواد الآتية: الحجم والوزن النوعى وشكل ولون وذوبان والإستجابة للقوى المغناطيسية. وتستخدم هذه الأسس المختلفة فى تنظيف القمح.

تهيئة القمح wheat tempering

القمح النظيف يتعرض إلى عملية تهيئة وهى عبارة عن إضافة ماء وتركه زمناً يبلغ عدة ساعات للسماح للحبوب بإمتصاصه والغرض من التهيئة قبل الطحن هو الوصول إلى حالة فيها يكون الغلاف الخارجى والجنين جَشِبَة tough ولَدِنَة ولايتشظى splinter أثناء الطحن لأنه يمتص الرطوبة والسويداء يجب أن تكون فَتُوتَة friable كلما أمكن ذلك. وهناك ثلاثة عوامل تؤثر على عملية التهيئة: الزمن ودرجة الحرارة والرطوبة.

والخواص مثل التركيب الداخلى ومستوى تضرر الغلاف الخارجى لحبة القمح تؤثر تأثيرات مختلفة على عملية تهيئة القمح للطحن. وحجم القمح يؤثر جوهرياً على معدل نفاذية الماء بسبب علاقتها بمساحة السطح النوعية للحبة. وأحسن وقت للتهيئة نسبياً هو المدة التى تسمح لحجم bulk القمح (غالبيته) أن تصل إلى أمثل توازن لنفاذ الماء إلى كل الحبوب. وتموجات الرطوبة غير المضبوطة فى القمح الذى يغذى الطاحونة الكاملة الآلية قد يسبب مشاكل عملية وتغيرات فى جودة الدقيق.

عملية طحن القمح wheat milling process

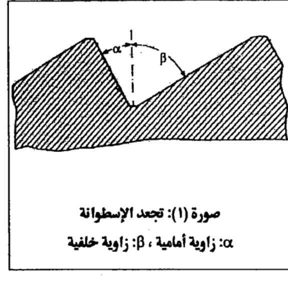
الغرض من عملية الطحن أساساً فصل الأجزاء النباتية الأساسية لحبة القمح: السويداء والغلاف الخارجى والجنين عن بعضها البعض. ثم تحول السويداء إلى دقيق مطحون بدقة والذى يمر خلال منخل له فتحات ليست أكبر من حوالى ٢٠٠ ميكرومتر. ومن الوجهة التقنية لطحن الدقيق فإن الكفاءة توزن أساساً بمستوى الفصل بين المكونات

وإنتاج نسبة عالية من الدقيق ملوث بنسبة قليلة من الجنين والغلاف الخارجي. وهدف الطَحَان هو إنتاج قمح له لون جيد ومنتجات لم تتدهور إلى مستوى غير متوقع أثناء عملية الطحن. فمن الوجهة العملية يمكن توقع ١٪ خفض في البروتين بين القمح الكامل والدقيق الناتج عندما يستخدم قمح في المدى من ١٠ – ١٢٪ بروتين.

والقمح يطحن بين إسطوانتين حديديتين تدوران ضد بعضهما. والإسطوانات التجارية للطحن تتراوح مابين ١٨٠ – ٣٥٠مم في القطر وحتى ١٥٠٠مم في الطول. ومن وجهه الأداء فإن الإسطوانات ذات الأقطار الأصغر مناسبة أكثر للمراحل التي فيها الغرض هو فعل القص/الجز shearing لفصل السويداء عن الردة. والإسطوانات ذات القطر الأكبر تخلق ممر طحن أطول والذي يعمل على المادة أساساً خلال الإنضغاط compression. ومعظم مطاحن القمح الحديثة بها إسطوانات ولها نفس الطول والقطر لتحقيق توحيداً أقصى وتتجنب الإحتفاظ بمخزون كبير لإسطوانات إحتياطية spare. والطبقة الخارجية للإسطوانات الحديد الزهر حوالي ١٣مم سمك أصلب عن القلب الداخلي وعملية الصب مسئولة عن ذلك وكثيراً ماتسمى الإسطوانات "تبريد chills" لأنها تبرد. والتبريد السريع بعد الصب يحافظ على الكربون مختلطاً بإستواء مع الصلب ويخلق سطحاً صلباً. والتبريد البطيء يسمح للكربون في الصلب أن يتبلر مما ينتج عند سطح أطرى. ولمد أمَد الدوام لحدة التحويرات فإن الإسطوانات صلبة السطح تستخدم. وفي الإسطوانات الناعمة والمصنوعة من صلب أطرى فإن بلورات الكربون والتي تتبدد أثناء إستهلاك السطح تسبب أن تبقى خشنة وتقبض على جسيمات السويداء أحسن مسببة نقصاً/طحناً reduction أكثر تأثيراً إلى دقيق.

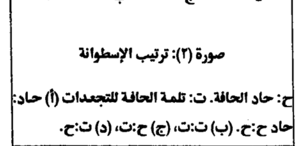
ومصممو الطواحين يستخدمون إسطوانة معينة ومتراكمة في تصميم عملية طحن معينة. وكمثال فإن طاحونة تصمم على أساس من طول إسطوانة كلي ١٨مم لكل ١٠٠ كجم من القمح في كل ٢٤ ساعة. ومراحل الطحن الأولى في الطاحونة والتي تعرف بإسم "الكسر breaks" تفتح الحبة وتكشط السويداء من الردة. ثم تستخدم إسطوانات التحجيم sizing الناعم وإسطوانات النقص/الانقاص reduction لتحجيم حبيبات السويداء إلى دقيق ناعم. وسطح إسطوانات التكسير متعرج على طول المحور وهناك تجعدات أقل في كل سنتيمتر في كسر الرأس head breaks ويزيد العدد مع الكسر النهائي last break. وعدد التجعدات corrugations في كل سنتيمتر يتراوح مابين ٤ إلى ١٠ في الكسر breaks والتجعدات تقطع في حلزون بالنسبة لمحور الإسطوانة متراوحاً مابين ٨٪ إلى ١٨٪ (٤° ٤٠′ إلى ١٠° ٢٠′). والحلزون الأكبر مسئول عن دقيق أكثر بينما الحلزون الأصغر يولد جسيمات سويداء أكثر تحبباً. والحلزونات تعبر في شكل يشبه المقص عندما تكون الإسطوانات دائرة ضد بعضها. وكل تجعد له زاوية أمامية وزاوية خلفية والتي تخلق حافة أكثر حدة وحافة أكثر "تلامة dull" (الصورة ١). وبتدوير الإسطوانات بسرعات مختلفة (الإختلاف ٢,٥ : ١) ضد بعضها فإن التأثير الأساسي هو

فعـــل قص/جز shearing للسطوح ضد بعضها البعض. والزاوية الأمامية (حادة الحافة) أو الزاوية الخلفية (تلمة الحافة) في إسطوانة واحدة تعمل ضد الحافة الحادة أو التلمة للإسطوانة الأخرى (الصـــورة٢). وهنـــاك أيضـــاً تأثـــير إنضغــــاطي compression effect ولكنه يضبط بعناية جداً لكي يفتح بالكاد الحبة ويطلق السويداء.



صورة (١): تجعد الإسطوانة

α: زاوية أمامية ، β: زاوية خلفية



صورة (٢): ترتيب الإسطوانة

ح: حاد الحافة. ت: تلمة الحافة للتجعدات (أ) حاد: حاد ح:ح. (ب) ت:ت، (ج) ح:ت، (د) ت:ح.

وبـين إسـطوانات الخفـض/النقـص فـإن هنـاك تبايناً/فـارق فـي نسـب مـن ١,٢ : ١ إلى ١,٥ : ١. والتبايين الأقل مسئول عن تأثير إنضغـاط أكبر على المادة. والإسطوانات الناعمة تضبط أقرب لخفض كتل السويداء إلى دقيق وبالتالي فهي تحتاج إلى قـوة أكـثر كثـيراً عـن الإسـطوانات المتجعـدة corrugated. والطحـان يضبـط الإنضغـاط بـين الإسـطوانات لتجنـب ضـرر زائـد للدقيـق وليمنـع flacking زائـد لجسـيمات السـويداء. والسـويداء flacked قد تسبب فقداً في إستخلاص الدقيق لأن tail-over من المنـاخل العليـا في مناطق النخل المنقصـة reduction sieving تنتهي في تيارات tail-over للطاحونة وبالتـالي فـي الـردة (المـادة stock التي ذهبت للنخل تعرف بإسم "overs"). والمـادة غـير المتجانسـة بعـد كـل مرحلـة فـي إسـطوانات الطحـن ترسـل بواسـطة الطحـان إلى مكنـة نخـل تعـرف بإسـم "المنخـل المركـب plansifier" وهـي وحـدة مقفولـة وفيـها حتـى ٨ رصات أو أقسام وكـل منـها حتـى ٢٦ إطـار نـاخل. وعدد الأطر يعتمد على الطحان. والمكنه متوازنة طردياً مركزياً وتدور عدداً معيناً من الدورات كل دقيقة وعند قطر أو رمية throw معينة. وفـي قسـم التمحيص sifter compartment ترتب المناخل في مجموعات تختلـف فـي حجـم الفتحـة. وفتحـات المنخـل (تقـاس بـالميكرون) يحددهـا الطحـان. ومصمـم الطاحونـة يعين مسـاحة نخـل معينـة لكـل تحبب granulation للمـادة الداخلـة لكـل رصـة مناخل. ومـواد tail-over من المناخل توجـه إلى المرحلة التالية من العملية لتطحن أو للتنقيـة. ونسبة

معينة من الدقيق تستخلص من كل من مراحل النخل في الطاحونة.

والتنقية هي أحدى ثلاثة أسس معاملة في عملية طحن الدقيق والمنقي purifier هو مكنة وفيها تيارات الهواء تسحب خلال واحد إلى ثلاث طبقات من المناخل. والمناخل تتحرك متزامنة/في وقت واحد في حركة ترددية reciprocating motion والمادة التي تغذى المنقيات تتكون من جسيمات حوالي نفس مدى الحجم ولكن تختلف في محتواها من السويداء والردة. والإختلافات في الكثافة النسبية بين السويداء النقي (حوالي ١,٤٤جم/سم³) وغطاء الردة النقي أو الغلاف الخارجي (للثمرة) (حوالي ١,٢٢جم/سم³) تستخدم في عملية التنقية وتكون الطبقات stratification مع مساعدة من تيارات هواء مضبوطة تحدث بين الجسيمات الأثقل للسويداء النقي نسبياً والتي تنساب خلال المناخل والأخف وزناً والتي بها محتوى ردة أعلا والتي tail-over المناخل. وجسيمات السويداء النقي تمر من المناخل عند نهاية الرأس للمكنة بينما الأخف تعوم float over. وجسيمات سويداء نقية نسبياً عن نهاية الرأس ترسل إلى إسطوانات النقص لأعلا إنتاج من الدقيق ومواد tail-over من المناخل توجه إلى إسطوانات تحجيم أو كسر دقيق tail-end.

وأساساً المراحل المختلفة من العملية هي طحن ونخل وفصل وإعادة طحن والتي تكرر عدة مرات حتى تنقص السويداء إلى درجة مقبولة من النعومة ولايمكن فصل دقيق من الردة (جزء red dog fraction).

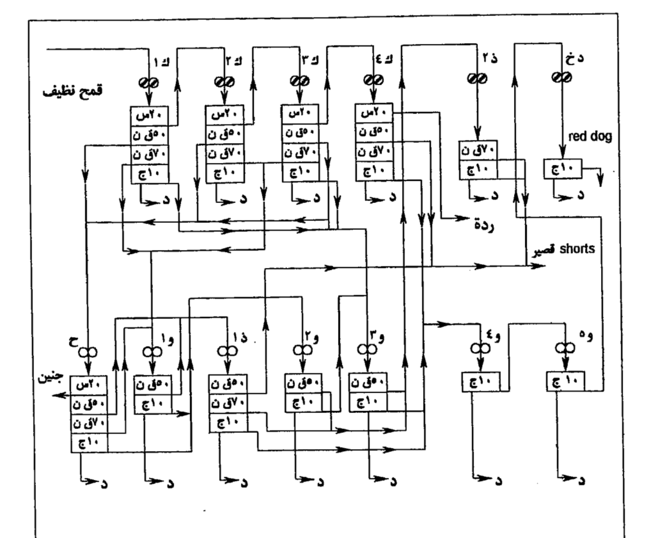
وكل تيار دقيق مستخلص تحت المنخل sifter له جودة مختلفة تتوقف على مصدره من الحبة والمرحلة من عملية الطحن. والدقيق المتجمع من تحت مناطق النخل sifter يخلط بينما ينقل في ناقلات حلزونية (الناخل الحلزوني يستخدم حلزوناً مستمراً متصلاً بعمود إدارة والذي يجري بطول الناقل) ويرسل إلى قواديس تخزين. وبالبدء تحت المنخل sifter فإن الطحان يكون في مركز يسمح له بخلط تيارات الدقيق للجودة المرغوبة.

والطحان ينتج أيضاً مواداً حبيبية من السويداء النظيف نسبياً وهذه أخشن من الدقيق وهذا الناتج يسمى فارينا farina إذا نتج من قمح صلب أو ناعم/طري أو سيميولينا إذا أتى من قمح صلد durum.

الطحن التجريبي experimental milling

الطحن التجريبي هو طريقة لتحديد جودة الطحن للقمح. والطحان يستخدم نظاماً صغيراً وفيه يمكن إختبار مختلف الترتيبات للحصول على أحسن مايمكن من معاملة القمح. والنتائج يجب أن تُظهِر للطحان الأداء المنتظر النسبي للقمح في الطاحونة التجارية. ومع الطحن التجريبي فإن الطحان يمكن أن يتعلم عن فصل الردة وتفتت السويداء والخواص المميزة لجودة وكميات المواد المتوسطة والنواتج النهائية التي سيحصل عليها من عينة القمح. والرسم البياني لتتابع العمليات سواء تجريبياً أو تجارياً هو خريطة طريق road map للعملية. والرسم البياني لتتابع العمليات يصف الطحن ببيان كيف وأين وماذا من المواد توزع

إلى مختلف المكن ومراحل العملية (صورة ٣).
وفى الرسم فإن إسطوانات الطحن مبينة بدائرتين متقاربتين. وبعض الأزواج pairs مخططة والبعض واضح مبينة إسطوانات متجعدة وناعمة بالتتابع. وملخص لخواص الإسطوانات فى نظام طحن تجريبى يبين فى جدول (٢). وفى عملية الطحن التجريبى فإنه بعد كل مرحلة طحن فإن المادة تنخل sifted كدفعة فى منخل sifter صغير الحجم والذى يحتوى على رصة من المناخل لها فتحات مختلفة.



صورة (٣): تتابع عمليات الطحن التجريبى: ك Bk كسر break؛ ح Siz تحجيم sizing؛ ذ T ذيول tailing؛ و M متوسطات أو منقوصات middlings؛ دخ LG درجة منخفضة low grade؛ د Fl دقيق flour؛ س W سطح سلك معدنى للنخل metal wire sieving surface؛ ق ن GG قماش نخل شاش للجريش؛ ج XX قماش نخل مزدوج الجودة double extra quality sieving cloth

جـدول (٢): خـواص السـطح للإسـطوانات فـى الطحن التجريبى.

المرحلة	تعرجات (سم)	حلزون (٪)	تباين / فارق	عمل
كسر أول	٤	٨	١ : ٢,٥	ت : ت
كسر ثان	٥	١٠	١ : ٢,٥	ت : ت
كسر ثالث	٧	١١	١ : ٢,٥	ت : ت
كسر رابع	٨	١٢	١ : ٢,٥	ت : ت
كسر خامس	١١	١٤	١ : ٢,٥	ت : ت
النقص reduction	ناعم	–	١ : ١,٥	–

ت: تلمة dull

مناولة وضبط الدقيق
flour handling & control

ضبط جودة الدقيق وظيفة هامة جداً فى عملية الطحن. فلون الدقيق وتضرر النشا ومسخ الجلوتين وتوزيع حجم الجسيم يمكن أن يتأثروا بعملية طحن غير مضبوطة. وجودة الدقيق إذا لم تتأثر بعملية الطحن فهى تتوقف على جودة القمح المستخدم فى الطحن، فمثلاً حبات القمح ذات التركيب الأنعم مع مستوى بروتين أقل تولد تضرر نشا أقل فى الدقيق عن الحبات الزجاجية vitreous مع محتوى بروتينى أعلا. ومعمل الطاحونة يضبط خواصاً مختلفة للمواد الخام والنواتج النهائية ليحدد ما إذا كانت تقابل المواصفات وإذا كان هناك حاجة لأخذ ترتيبات مناسبة فى خلط الأقماح أو ضبط الطواحين أم لا. والضبط الأخير لجودة الدقيق لحاجات المستهلك عادة يُجْرَى بواسطة الطحان بخلط دقيق مختلف قبل الشحن. وفى العمليات الحديثة فخلاطات من نوع الدفعات تخلط ٣-٥ طن من دقيق مختلف مع مضافات إختيارية فى دقائق معدودة قبل أن تنقل هوائياً إلى لورى المستهلك.

ولقياس كفاءة الطاحونة وضبط الأداء فإن الطحان يستخدم متغيراً يسمى رماد. والرماد هو بقايا الإحتراق الكامل من عينة دقيق أو أى مادة أخرى من العملية تجرى كاملاً ويعبر عنها بالنسبة المئوية من الوزن الأصلى. والغلاف الخارجى وطبقة الأليورون والتى تقنياً تنتهى فى الردة تحتوى ست مرات معادن أكثر من السويداء الداخلية. والنسبة المئوية لبقايا الرماد من مادة متوسطة فى المطحن أو الدقيق النهائى تبين الكفاءة فى فصل الردة والجنين من السويداء. والمقارنة بين الدقيق وبعضه لايمكن أن تؤسس على الرماد إذا كان الدقيق لم يتم طحنه من نفس القمح.

وبعكس الرماد وهو أساساً مَعْلَم لكفاءة تقنية الطاحونة ويبين كمية الردة فى الدقيق فإن اللون مَعْلَم جودة والذى هو هام للمستهلك. وإختيار القمح الجيد والخلط والتنظيف والتهيئة وضبط الطاحونة كل هذا يؤثر على اللون الناتج وخواص الخبز للدقيق.

والدقيق والنواتج الثانوية للطاحونة يمكن أن تحور ميكانيكياً بعد عملية الطحن لتعزيز خواص معينة. وواحد من هذه الأنظمة هو التقسيم الهوائى للدقيق. وفى حالة الدقيق فأحجام جسيمات تتراوح مابين ١، ٢٠٠ ميكرومتر. فإن النخل يمكن أن يتحقق بمناخل دقيقة مثل ٧٥ ميكرومتر. وتحت هذا الحجم فإن كفاءة النخل بمنخل تصبح منخفضة جداً. ومن المهم للطحان فى بعض

الأحيان أن يفصل جسيمات السويداء التى تحت مدى ٧٥ ميكرومتر. وقد حدد أن السويداء المكسرة تنتهى فى الجزء فى مدى ١ - ١٧ ميكرومتر والذى يحتوى الجزء الأساسى من شبكة البروتين فى السويداء.

والجسيمات فى مدى ١٧ - ٣٧ ميكرومتر تحتوى أجزاء مختلفة ولكن يسودها حبيبات نشا كامل. وإستخدام الهواء فى فصل جسيمات السويداء تحت ٧٥ ميكرومتر يستخدم فى صناعة طحن الدقيق لغرضين: زحزحة البروتين وتضييق مدى حجم الجسيم. والأسس المستخدمة فى تقسيم الهواء مبنية على إختلافات الجسيمات فى الحجم والشكل والوزن وخواص سرعة الهواء النهائية أو الحرجة للفصل بينها. وإعادة طحن الدقيق فى طاحونة المسمار pin mills قبل التقسيم بالهواء يفصل حبيبات نشا أكثر من شبكة البروتين ويحسن كفاءة النظام.

الرسم قطاع فى حبة القمح: أنظر برّ/قمح (Macrae)

خواص المواد المطحونة

characteristics of milled products

فى الطحن أهم المواد الخام هى مايعرف بإسم حبوب الخبز: القمح والشيلم والأخير له أهميته فى المنطقة المنتجة له. وهو فى ذلك مثل الذرة والأرز ولكن التقدم فى تصنيع منتجات أغذية عديدة المكونات مع قيمة غذائية متوازنة قد ولدت طلباً على مواد خام غير تقليدية مثل الشوفان والأرز وفول الصويا والحِنْطَة السوداء وبذور البسلة. وفى العالم أجمع، القمح ومعظمه قمح الخبز ٩٠٪ *Triticum aestivum* subsp. *vulgare* 90% والقمح الصلد durum wheat حتى ١٠٪ *Tr. durum* up to 10% لازال يكون ٣٠٪ من إنتاج الحبوب.

والطحن هو أساساً عملية طحن grinding وفصل separating من أجل إستخلاص الأجزاء التشريحية anatomical الخاصة من الحبة (السويداء والجنين وطبقة الأليورون وغطاء البذرة الجاف) أو عناصر معينة مثل جسيمات البروتين البيخلوية interspatial من السويداء المطحون وهذا ينتج عنه: ١- منتجات أساسية عادة تتكون من سويداء مطحونة نقية أو نقية نسبياً مثل الدقيق والسيمولينا. ٢- منتجات ثانوية مثل دقيق عالى البروتين منخفض الطاقة (أجزاء من جسيمات غطاء البذرة المطحون وطبقة الأليورون) ودقيق عالى البروتين من الفصل الهوائى وجنين صالح لتغذية الإنسان والحيوان وردة غذائية وجريش علف (القصير shorts) من المرور النهائى الذى يحتوى كميات كبيرة من جسيمات غطاء الثمرة . وغطاء البذرة والردة والنفايات scourings لأغراض التغذية والصناعة.

وأثناء طحن الحبوب تستخلص كميات صغيرة من أجزاء من السويداء لها خواص معينة ومنها: السيمولينا والدقيق الرملى gritty ودقيق الخبز ودقيق الكيك وبه تحبب دقيق جداً وعادة محتوى جلوتين منخفض. وبالمثل فى طحن الذرة تستخلص أجزاء مختلفة من الحبوب المقشورة groats والسيمولينا الناعمة التحبب fine-grained. والنواتج الأساسية والخالية من أجزاء الحبة الطرفية/المحيطية الغنية فى المعادن

والسيليولوز والبروتين والفيتامينات والدهون كثيراً ماتتغنى بالأجزاء التى توجد بها هذه المواد ناقصة. وكثيراً مـاتقوى تبعاً للإستخدام النهائى (طلبات المستهلك) بإضافة مكونات تحسن مـن خواصها الوظيفية مثل خواص خبيز الخبز والقيم العضوية الحسية والمتانة/التحملية durability وإطالة الطزاجة و/أو النفع للإستهلاك كناتج نهائى. وبذا فإن الطاحونة أخذت جزءاً من عمليات المراحل النهائية لإنتاج الغذاء المؤسس على منتجات حبوب خاصة هذه العمليات التى تقع فى تناسب وخلط وتجانس منتجات الدقيق أو التحضير الحرارى للناتج الخام مثل وجبات العلف والجنين والجريش grits.

وطحن الحبوب البسيط للدقيق الكامل whole meal لازال يستخدم على نطاق طيق. وهو يؤدى إلى المحافظة على كل المكونات الطبيعية التى يمكن وجودها فى الشيلم أو القمح والتى يكون قد تم تنظيفها جيداً وتكون ناقصة جزئياً فى غطاء الثمرة. والدقيق الكامل whole meal له تحبب كاف تبعاً للإستخدام المنتظر منه. ومعدل الإستخلاص لمنتجات السويداء الأساسية وخواصها الوظيفية يتوقف على جودة المواد الخام وأيضاً على التقنية وحذاقة الطحن فى مطحن معين.

الخواص الوظيفية physical properties

كل منتجات الطحن لها خواص فيزيقية معينة للمواد المفككة loose materials والأهم منها يوجد فى جدول (٣). والعوامل الفيزيقية الأساسية التى تحدد جودة الوظيفة للقمح هى النقاوة واللون والتحبب.

الجدول (٣): بعض الخواص الفيزيقية لدقيق القمح.

نوع الدقيق وبه نسبة رماد ٪ حتى	نسبة رطوبة ٪ حتى	الوزن المفكك كجم/سم^{٣}	الكثافة كجم/سم^{٣}	مساحة السطح سم^{٢}/جم	مكافئ ستوك للقطر ميكرومتر	إلحرارة النوعية كيلوجول/ كجم ^{o}م
٠,٥٥	١٤,٠	٦٠٠–٥٥٠	١,٥٨–١,٤١	٣٠٨٢–٢٩٥٠	٦٦–٥٦	١,٨٨٤–١,٨٠٠
٠,٧٥	١٤,٠	٥٨٠–٥٥٠	١,٥٠–١,٣٥	٢٨٨١–٢٦٠٠	٧٣–٦٨	١,٨٨٤–١,٨٠٠
١,٢٥	١٤,٠	٥٥٠–٥٠٠	١,٣٣–١,٢٠	٢٥١١–٢٢٦٠	١٢٧–٨٠	١.٨٨٤–١,٨٠٠

النقاوة purity

نقاوة المنتجات المطحونة يمكن أن تناقش: ١) فيزيقياً وتشمل تقنية الطحن والخواص التقنية للحبة. ٢) من وجهة نظر الحشرات. ٣) من وجهة نظر الكائنات الحية الدقيقة. والنقاوة الفيزيقية يحددها محتوى الجسيمات المرغوب فى الناتج النهائى مثل محتوى السويداء النقى فى الدقيق أو محتوى رقائق الجنين النظيفة من جنين القمح.

والنقاوة عملياً توصف بلون المنتجات المطحونة بدقة جداً (الدقيق)، وبمحتوى الشوائب من المنتجات المطحونة الأخرى مثل كمية جسيمات السيمولينا الردية/النخالية branny وسيمولينا "القمح" الصلد والأجنة. ويحصل بالمجهرية على تحديد أدق لنوع ومصدر الشوائب أى بتحديد عناصر أجزاء الحبة المطحونة أو الشوائب التى لم تُزَل قبل الطحن. والنقاوة تحدد عادة بالتوزيع المتخصص للمعادن ومحتويات الرماد فى أجزاء خاصة من الحبة ومن الشوائب فى المادة الخام. وتحديد نقاوة المنتج على أساس محتوى الرماد يُسَاعَدْ بقياس كمية السيليولوز فى الدقيق والردة وكمية الدهون فى الجنين وكمية البروتين فى الدقيق عالى البروتين والجنين. وكل هذه الطرق غير المباشرة لتقدير النقاوة هى فقط إضافة للإختبارات العضوية الحسية المباشرة مثل الحكم بالرؤية. والنقاوة تتصل إتصالاً وثيقاً بالمظهر المتجانس لكل النتائج.

اللون color

أقدم وأكثر الطرق إستخداماً فى درجة الدقيق وجودته هى اللون. وتقسيم الدقيق إبتدأ منذ زمن طويل عندما إبتدأ الطحانون فى إستخلاص الأجزاء الخارجية من الحبوب المطحونة من حبوب الخبز وتسببوا فى أن الدقيق أخذ لوناً غامقاً مما أنقص تحمليته durability وجعل المذاق وخواص الخبيز أسوأ.

وكمية أجزاء الحبة الخارجية المطحونة (غطاء البذرة والثمرة وطبقة الأليورون والجنين) فى الدقيق زادت بزيادة شدة الطحن grinding. وصاحب هذا إنخفاض لون الدقيق ونقاوته وزادت محتويات المعادن والسيليولوز، والأخير كان ١٠ - ٢٥ مرة أعلا فى أجزاء الحبة الخارجية عنه فى السويداء وهذا ينتج عن التوافق interdependence بين نقاوة الدقيق (أ) ولون الدقيق (ب) ومحتوى السيليولوز (ج) ومحتوى المعادن (د)

أ ≥ ب ≥ ج ≥ د

وهذا التوافق حقيقى فى المواد الخام الجيدة تحت ظروف معاملة قياسية. وعملياً مع معدلات إستخلاص حتى ٦٥٪ لون الدقيق وتغيرات محتوى الرماد صغيرة وليست دائماً مرتبطة cross-correlated. وأعلا من هذه النتيجة (حتى ٧٥٪) الدقيق يصبح أغمق بوضوح، وأعلا من ٧٥٪ يصبح أكثر إغمقاقاً مع محتوى رماد أعلا. وقد يكون هناك إختلافات كبيرة فى اللون بين الدقيق ذى معدلات إستخلاص متساوية ولكن مُصَنَّع من حبوب مختلفة. ويجب التنبيه على أنه فى كثير من البلاد يقسم الدقيق تبعاً لمحتوى الرماد. ولكن ليس هناك علاقة قريبة بين محتوى الرماد للدقيق المُصَنَّع من حبوب قمح مختلفة ولونها. ولون لب الخبز يتوقف على لون الدقيق الذى تخبز منه.

وعموماً فلون الدقيق يعتمد على معدل الإستخلاص وعلى عوامل مثل لون الحبة نفسها ومدى تلوث المادة الخام (خاصة بالحبوب المتضررة مثل المحروقة والعَفِنة أو النابتة وبذور الأعشاب) وتحبب ومحتوى الرطوبة للدقيق. والدقيق مع التحبب

الخشن يكون أغمق قليلاً عن الدقيق الناعم fine وهذا متصل بزاويا الإنعكاس المختلفة من سطح جسيمات الدقيق، وبالإضافة فإنه كلما كانت نسبة الرطوبة أعلا كلما كان الدقيق أغمق. ومنتجات الطحن فيما عدا الدقيق عادة لها معالم محددة للمظهر واللون الخاص.

التحبب granulation

يتوقف على نظام الطحن وشدة السحق وجودة الحبة وحجم الفتحة في مناخل الدقيق فإن التحبب في المنتج النهائي (الدقيق) قد يختلف في مدى متسع. وفي كثير من البلاد يعرف الدقيق بأنه ناتج ذو جسيمات ذات أحجام إلى ١٥٠ ميكرومتر. وتوزيع الحجم في الدقيق قد يختلف وهذا يؤثر على خواص الخبيز والخواص الوظيفية للدقيق. وليس هناك أي رأي بين عن تكوين الأجزاء المثلى للدقيق فبعض المؤلفين يعتقد أن محتوى عالٍ من الأجزاء الخشنة أحسن للخبيز بينما يعتقد الآخرون أن تحسيناً في جودة الخبيز يتحقق مع زيادة التحبب أي مع جسيمات ذات حجم أصغر. وهذه الآراء عادة تشير إلى دقيق مستخلص من مواد خام لها جودة مختلفة تحت ظروف مختلفة. ويبدو أن مايهم هنا ليس المحتوى من أجزاء دقيق معينة ولكن كمية التضرر الميكانيكي الذي يحدث لحبيبات النشا فيها. ويجب ذكر أن كمية معينة من النشا المتضرر في الدقيق مرغوب فيه لأمثل جودة خبيز ولكن التكوين الكيماوي المميز بمحتوى البروتين والنشا لأجزاء دقيق معين يختلف. وأدق جسيمات الدقيق ذات الأحجام حتى ٢٠ ميكرومتر هي مواد بروتين حرة مخلوطة مع حبيبات نشا صغيرة. والجسيمات التي تقع بين ٢٠ ، ٣٥ ميكرومتر هي حبيبات نشا حرة مع كميات من بروتين ملتصق بها إلتصاقاً خفيفاً. والجسيمات أعلا من ٣٥ ميكرومتر هي خليط من مواد "كُتَلية chunky" تتكون من حبيبات نشا مغراة مع بعضها ببروتين بيفرجي interspatial.

والدقيق منتج نهائي يتكون من عدد من دقيق المكن ذي حجم حبيبة معبر عنه بستوك و Stokes مكافئ القطر (س.ك.ق SED) والذي يختلف كثيراً. وأحسن دقيق خبيز مع جودة وظائفية آت من ممرات الكسر المبكر early break وجريش الطحين بالنخالة هو متساو في ضوء حجم الحبيبة (٦٠ – ٧٢ ميكرومتر في س.ك.ق SED). والدقيق الآتي من الممرات التالية هو أقل تجانساً مع حجم حبيبة ٦٢ – ٩٥ ميكرومتر س.ك.ق SED. وتوزيع حجم الحبيبة يتوقف ليس فقط على التقنية المستخدمة ولكن أيضاً الخواص الفيزيقية والتقنية للحبة. وطحن القمح الصلب يعطي جسيمات دقيق لها حواف حادة مما يعطي الإنطباع بخشونة الدقيق flour roughness حتى مع أحجام جسيمات مشابهة لتلك من القمح الطري وطحن حبوب القمح الصلب قد يؤدي إلى زيادة تضرر النشا.

وعلى العموم فإن التحبب يساهم في تحديد بعض الخواص التي تحدد جودة الخبيز للدقيق مثل إمتصاص الماء ونشاط تخمر العجين وحجم الرغيف وخواصه الحسية.

التغيرات الكيماوية والتكوينية
chemical & compositional changes
تضرر النشا الميكانيكي
mechanical starch damage

حيث أن النشا يكون ٨٠٪ من المادة الجافة في الدقيق فأي تغير في الجودة ينتج عن الطحن له تأثير حاسم على خواص الدقيق الوظائفية والخبزية. والتفاعل الميكانيكي للأجزاء الشغالة للمكن بسبب ضرراً لسطح بعض حبيبات النشا الخاصة (غطاء الأميلوبكتين) وهذا يزيد من تعرضها لنشاط إنزيمات الأميلوليتيكية خاصة الـ β-أميلاز. ومدى ضرر النشا يتوقف على جودة الحبة ومعالم الطحن. وعموماً فكلما كانت الحبة أكثر صلابة وأكثر زجاجية vitreous كلما كانت شدة تضرر النشا أعلا. ولكن لم يكن هناك أي ملاحظة بأن الدقيق الأكثر نعومة finer هو أكثر تضرراً للنشا. والنشا يتضرر غالباً أثناء المرور خلال ممر جريش الطحين بالنخالة middlings reduction passage. وتوليد النشا المتضرر يزيد مع التباين/الفارق بين الإسطوانات ومع زيادة ضغط الطحن grinding وزيادة خشونة سطح الإسطوانات. وبواسطة ترتيب كاف للمعالم السابقة فإن مستوى من النشا المتضرر يمكن الوصول إليه حتى تكون جودة الخبز للدقيق أمثل عند المستخدم النهائي.

التغيير في معقد البروتين
changes in protein complex

بجانب مسخ البروتين في الحبة نتيجة درجة الحرارة أثناء التجفيف فإن هناك أيضاً إحتمال تضرر البروتين في عملية الطحن ولذا يجب تخفيف التسخين الزائد للمواد المطحونة milled أثناء الطحن grinding (خاصة مع الإسطوانات الناعمة).

فالمواد المطحونة milled تصل درجة حرارتها أثناء المرور خلال الإسطوانات الناعمة إلى ٥٠-٦٠°م. وهذا يفسر إستخدام الماء في تبريد الإسطوانات في بعض المطاحن، فهي تخفض درجة الحرارة للمادة المطحونة إلى ٢٥ - ٢٦°م وأحد توابع المسخ الحراري الجزئي للبروتين هو إنتاج جلوتين مبتل أقل وهذا مهم - عملياً - لأنه يؤدي إلى مقدرة إمتصاص ماء أقل للدقيق. وتأثير معالم الطحن milling على معقد البروتين هو أقل أهمية عن ذلك الخاص بمعقد النشا. وعموماً فشدة الطحن grinding تغير النسب الكمية بين أجزاء البروتين المنخفضة والعالية الوزن الجزيئي. وهذه التغيرات مع نشاط الأكسيجين يمكنها أن تؤثر على جودة الدقيق.

التغيرات الكيماوية أثناء التخزين-تعتيق الدقيق
chemical changes during storage-flour ageing

من أوائل الأعراض التي تصاحب تخزين الدقيق هو تغير اللون (فيتغير اللون الكريمي إلى أبيض طباشيري) ولكن التخزين الطويل له تأثير كبير على الخواص التقنية للدقيق. وقد عُرِفَ منذ زمن طويل أن الدقيق الطازج (خاصة دقيق القمح) له خواص خبزية أفقر عن الدقيق المعتق aged. وتعتيق الدقيق عملية تغيرات معقدة فيزيقية وكيموحيوية ولكن التغيرات في محتوى الماء واللون والحموضة

ليست جوهر تحسن جودة الدقيق أثناء الأسابيع القليلة الأولى بعد الطحن milling. والتغيرات الأساسية فى تعتيق الدقيق تتعلق بالزيادة فى محتوى الجلوتين والتماسك firmness وخفض فى الإمتدادية extensibility وكلما كانت جودة الدقيق الأصلية أفقر كلما كان هذا أسرع وأقوى. وقابلية الجلوتين لنشاط الإنزيمات تقل أيضاً والعامل المفتاح هو التعرض لنشاط أكسدة الهواء وتأثير الأحماض الدهنية المتكونة بتهدم الدهون. وأكسدة البروتين تحسن من خواصه ولكن عمليات الأكسدة فى الدقيق جيد الجودة التقنية يسىء لهذة الجودة بسبب زيادة تقويتها للجلوتين والذى هو قوى طبيعياً. وتعتيق الدقيق يستمر لمدة ٥ – ٦ أسابيع ولكن التغيرات الكبيرة والشديدة تحدث خلال ال ١٠ – ١٢ يوماً بعد الطحن milling.

وتعتيق دقيق الشيلم rye أسرع ويستمر لوقت أقصر وأثناء العملية ينقص نشاط الإنزيمات البكتولوتية وتزداد مقاومة النشا لهذا النشاط. وهذا التأثير يحدث خاصة أثناء التخزين الطويل للدقيق. وبعكس القمح فإن ذوبان بروتين الشيلم يقل والجودة التقنية عامة تتحسن. وتعتيق الشيلم يستمر لمدة أسبوعين ومعظم التغيرات الشديدة تحدث فى الأسبوع الأول بعد الطحن milling.

التلوث من عمليات الطحن

contamination from milling operation

يستخدم المطحن الحديث عدداً من المكن مما يخلق إحتمالات لتلوث الدقيق بواسطة جسيمات معدنية صغيرة ولذا فإن وجود مغناطيس ومغناطيسات كهربية حتى يمكن إزالة المعادن الحديدية الملوثة ضرورى. وتنظيف الحبوب وعمليات الطحن milling يجب أن تتخلص من المواد الضارة بالصحة مثل بعض بذور الأعشاب. كما أنه أثناء الطحن milling يجب ألا يكون هناك روائح أجنبية أو مذاقات أو غبار معدنى (مثل الرمل). وفى بعض البلاد الغبار المعدنى المقبول يحد بنسبة ٠,١٪ (معرفاً بكمية الرماد غير الذائبة فى ١٠٪ حمض كلورودريك). ومن ناحية الكائنات الدقيقة يجب ألا تزيد عن ٢٠٠٠/جم. كما يجب ملاحظة متبقيات المعادن الثقيلة والمبيدات والأوبئة الحيوانية. (Macrae)

الطحينة tahina

تنتج الطحينة البيضاء والحمراء كمايلى:

فى حالة الطحينة الحمراء تنقع البذور فى الماء لمدة ٦ – ٨ ساعات ثم فى محلول ملحى لفصل المواد الخفيفة عن الثقيلة. ثم تغسل البذور المبتلة بالماء لإزالة الملح ثم تعامل بالبخار فوق المسخن لمدة ٣–٤ ساعات قبل طحنها إلى معلق سميك هو المعروف بالطحينة الحمراء.

بينما الطحينة البيضاء تحضر من بذور السمسم المقشورة المحمصة بطحنها بين حجرين للحصول على معلق زيت.

وفى طريقة حديثة يزال قشر البذور المبتلة بالتسخين بواسطة مجفف ذى طبقة مسيلة على ٨٠°م ثم تحمص الحبوب المجففة بإستخدام محمص مستمر مسخن بواسطة بخار بطريقة غير مباشرة ثم تطحن البذور المحمصة بواسطة طاحونة طحينة مع تبريدها لتجنب فوق التسخين.

وهذه الطحينة – حمراء أو بيضاء – تؤكل كصلصة سلطة dressing أو تخلط مع العسل الأسود أو تستخدم فى إستخلاص الزيت.

حلاوة طحينية haalawa tehinia

تتبع الخطوات الآتية:

١- يذاب السكر (سكروز) فى ماء بنسبة ٣ : ١ ثم يسخن إلى ٣٠٠°ف فى حلة مزدوجة الجدران مجهزة بمجاديف دوارة قوية.

٢- يحضر مستخلص من جذور *Radix Saponaria alba* بالماء بنسبة ١: ٤ (وزن/حجم) لمدة ١٥ – ٢٠ ساعة على ١٠٥ – ١١٥°م ويحصل على مستخلص به ٨ – ١٠٪ مواد صلبة ذائبة وله طعم مر ويرغى كثيراً عند الهز.

٣- يضاف حمض سيتريك (جم/كجم سكر) ومستخلص *Radix Saponaria alba* عند نهاية مرحلة طبخ السكروز. ثم يوقف التسخين مع إستمرار الخلط لمدة ٢٠ – ٣٠ق.

٤- السكر المطبوخ الساخن يخلط مع وزن مساو من الطحينة فى حلل نحاس مقصدر مع بعض الفانيليا.

٥- المخلوط يعامل باليد من أجل خلطه وعقده إلى التلازج المضبوط.

وتقسم الحلاوة الطحينية إلى نوعين تبعاً للسكر المستخدم: أ) ١٠٠٪ حلاوة سكر وهذه تحتوى ٥٠٪ سكروز و٥٠٪ طحينة. ب) ٧٥٪ حلاوة عسل وتحتوى ٣٧,٥٪ جلوكوز ، ١٢,٥٪ سكروز ، ٥٠٪ طحينة.

حيث أنه يمكن أن تصنع الحلاوة الطحينية من ٥٠٪ ، ٢٥ – ٣٠٪ سكروز و١٢ – ٢٥٪ جلوكوز. وفى كثير من الأحيان يضاف ١٪ مضافات مثل دقيق وعوامل خفق.

كما استخدم خليط من عباد الشمس مع السمسم لتحضير الطحينة والحلاوة الطحينية.

تكوين الطحينة والحلاوة الطحينية

تحتوى الطحينة على ٥٤٪ زيت، ٢٨٪ بروتين غنى فى الأحماض الأمينية الأساسية خاصة الميثيونين وفيتامينات ب. وفيها الأحماض الأمينية ألانين وأرجنين وسستين وهستيدين وأيسولوسين ولوسين وليسين وميثيونين وفينيل ألانين وبرولين وثريونين وتربتوفان وتيروسين وفالين. وأن نسبة الرطوبة بها تراوحت مابين ١,٢٪ ، ١,٩٪ فى الطحينة البيضاء، ٣,٠٪ – ٣,٦٪ فى الحلاوة المصنعة من السكروز وحده وأن بها أكثر من ٣,٧٪ رطوبة إذا صنعت مع إضافة الجلوكوز.

وأن نسبة الزيت فى الحلاوة تراوحت مابين ٢٧,٧٩٪ إلى ٣١,٣٩٪ وأن نسبة الرطوبة فى الطحينة بلغت ٠,٦٧٪.

أما إذا صنعت من بذور عباد الشمس ٥٠٪ وبذور سمسم ٥٠٪ فإن نسبة الرطوبة بلغت ٣,٤٪.

تخزين الطحينة والحلاوة الطحينية

١- عند درجة حرارة الحجرة فإن زيادة نسبة السكر إلى الطحينة أدى إلى نقص فى إنفصال الزيت من نسبة ٥٥ سكر إلى ٤٥ طحينة فنقص

إنفصال الزيت بمقدار ٦,٤٪ إلى ٥,١٪ بعد ١٠٠ يوم من التخزين على ٢٠°م.

٢- وأن خلط الطحينة والسكر ببطء لمدة ٣٠ق أثناء تحضير الحلاوة قلل من الإنفصال اليومي للزيت.

٣- أن تكون الحلاوة على هيئة إسطوانات قلل من إنفصال الزيت أثناء التخزين وأنه كان هناك توازن بين مساحة السطح ومدى إنفصال الزيت. فالأقراص والتي لها أكبر سطح حوالي ٧٥٥ سم٢ أظهرت أعلا إنفصال زيتي (٥,٥٪ بعد ١٠٠ يوم) من التخزين على ٢٠°م في حين أن الإسطوانة ١٠٠سم٢ يحدث لها فصل قدره (٣,٥٪ زيت) والكرة (٨٥ سم٢) يحدث لها فصل قدره ٣٪ زيت.

٤- إضافة زيت قطن مهدرج أو أحادى إستيارات الجليسرول أو أحادى إستيارات الجليسرول مع الليسيثين زاد من ثبات الطحينة.

٥- أن إنفصال الزيت في الطحينة المطحونة بدقة كان أبطأ من تلك المطحونة خشنة فنسب الإنفصال في الطحينة الدقيقة كانت ٣٪ على ٢٠°م ، صفر٪ على ٧°م بعد ٤٠ يوم من التخزين.

٦- إضافة حمض السيتريك منعت الأكسدة وتكون طعم الزبد وفقد الوزن في التخزين.

(أبوالخير ويوسف)

طرخشقون/هندباء برية dandelion

الإسم العلمى *Taraxacium officinale* Wig.

الفصيلة/العائلة: المركبة Compositae

بعض أوصاف

أوراقه أسنانها عميقة والأزهار وحيدة ومركبة صفراء وتنتج عن ساق stalk أجوف والأصناف المزروعة أكبر ومورقة أكثر والأصناف المحسنة أكبر وأطرى وأقل مرارة وأكثر خضرة بخفة عن الأصناف البرية. والأوراق تستخدم طازجة في السلطة أو تطبخ. والجذور تستخدم في غش البن. والأزهار تخمر لعمل نبيذ. وتشذب النباتات وتنسل وتخزن على درجة حرارة منخفضة (صفر°م) ونسبة رطوبة عالية (٩٠ – ٩٥٪) للمحافظة على الجودة.

والجذور إسطوانية ١٠–٣٠سم في الطول، ١–٢سم في العرض والرائحة ضعيفة والمذاق مر إلى حد ما. وتجفف الأزهار في الظل في مكان مهوى مع دوران جيد للهواء وتحفظ في أكياس ورق في مكان جاف وعند إستخدامها طازجة ينقل كل العشب أما الجذور فتترك في الفضاء لعدة أيام ثم تجفف في مجفف (٤٠ – ٥٠°م) وتخزن في أكياس ورق.

القيمة الغذائية

الأوراق مصدر جيد لفيتامين أ ١٤٠٠٠ وحدة /١٠٠جم وفيتامين ج ٣٥مجم/١٠٠جم والكالسيوم ١٨٧مجم/١٠٠جم.

والأسماء: بالفرنسية (m) dent-de-pissenlit lion (f) والألمانية des Löwenzahn.

طرخون tarragon

الإسم العلمى *Artemisia dracunculus* L.

الفصيلة/العائلة: Asteraceae

مركبات أنبوبية الزهر tubuliferous composites

بعض أوصاف

الأوراق رمحية كاملة جالسة ملساء ولونها أخضر براق وحروف الأوراق الجافة تنحني نحو السطح الأسفل وهي مرتدة ٤× ٣,٥ مم في الحجم والأدمة على السطحين مقسمة على العرق الوسطي والعروق وجدر خلايا البشرة على السطحين متموجة وأحياناً يوجد على البشرة شعر صغير غير واضح غددي حوالي ٣٥ - ٤٠ ميكرومتر في القطر. أما النسيج الوسطي mesophyll فيتكون من صفين من خلايا نسيج عمادي ناحية السطح الأعلا وصف واحد ناحية السطح الأسفل وتحت العرق rib يوجد خلايا كلنشيمية وفي الجانب الأعلا قناتان إفرازيتان. وهو يتزايد بالقطع وإنقسام الجذور. ورائحة ومذاق الطرخون لطيفة وعطرية وتشبه الينسون والمذاق مر. وتجفف الأوراق في الداخل بواسطة حرارة صناعية ودوران الهواء لضمان المحافظة على العبير واللون. وبعد أن تسحق بالمكن إلى جسيمات من أحجام مناسبة فالناتج يحفظ في أكياس لدائن وورق كرافت أو في الجوت في أماكن جافة مهواة جيداً ونسبة الزيت ٠,٥ - ٢,٨٪.

ويستخدم في المشروبات الكحولية والليكير والنبيذ الطبي.

ويصنع منه صلصات وصلصات السلطة.

والزيت طيار أصفر باهت إلى عنبري في اللون ويتكون من ميثيل تشافيكول methyl chavicol حوالي ٦٥٪ و β-بينين pinerne وكافتين وأوسيمين ocimene وليمونين ومنتول وسابينين sabinerne.

ومستخلصاته لها نشاط مطهر ومنشط ومضاد للبكتيريا ومضاد للفطر. وقد وجد في النموات الجديدة فلافونات ومشابهات الكومارين isocoumarine.

(أمين رويحة والشهابي & Everett)

وقد وجد أن تقنية مزرعة الأنسجة صلحت مع الطرخون للتكاثر.

والأسماء: بالفرنسية (m) erstragon وبالألمانية Estragon.

طرد

الطرائد	game

الطير	birds

في الجزر البريطانية القوانين المتصلة بالصيد ليبرالية. والتقييد على مستوى الحصاد متروك للأشخاص أو الشخص الذي يمتلك حق أخذ الطريدة عادة مالك الأرض أو the lord of manor. أما في أمريكا الشمالية فالصيادون لهم أراضٍ كثيرة الإتساع للصيد ولكن الشخص يجب أن يشترى رخصة ليأخذ عدداً محدداً من الطرائد وبالتالي فطول الموسم قصير ولكن شديد. والغرض من معظم إستراتيجيات الحصاد هو إنتاج أقصى إنتاج من الطرائد.

الرائحة والمذاق

الطيور الطرائد لها مذاق خاص يمكن أن يزداد خلال تأثير التعليق للطير الميت لمدة من الزمن قبل الأكل وهذه عادة أخذت من أيام ماكانت درجات الحرارة أثناء موسم الصيد أقل من ١٠ °م

وعلى درجات حرارة أعلا خاصة فى ظروف رطبة فإن تعليق الطيور يمكن أن يؤدى إلى نمو بكتيرى وتعفن فى الطريدة. وفى بريطانيا التقنية هى فحص الطيور المصابة ونتف ريش البطن السفلى لتحديد ماإذا كانت الأمعاء قد أصيبت ثم تعلق فى مكان بارد به هواء متحرك بعيداً عن ضوء الشمس وبحيث أن الطيور لاتلامس بعضها البعض. ويتوقف زمن التعليق على عمر الطير وحجمه وظروف الجو. وأحد خواص طيور الطرائد هى قوة الرائحة والمذاق.

تكوين المغذيات

بمقارنة محتويات الطيور الطريدة والدجاج نجد أنها متقاربة (الجدول ١). فاللحم من الطير الطريد أغنى بعض الشيء فهو يحتوى على بروتين ودهن أكثر من الدجاج وزيادة الدهن تؤثر على قوام اللحم وثباته أثناء التخزين. الجدول (٢) يقارن بين اللحوم المشوية.

الثدييات mammals

الأنواع المنتجة للحوم من الطرائد الكبيرة هى غالباً من المجترات وذوات الحوافر ungulates وهذه أعضاء فى العائلتين Cervidae أو Bovaidae. والخنزير البرى والأرنب والأرنب البرى وكثير من الثدييات الصغيرة مهمة أيضاً.

ومعظم حيوانات الطرائد تنتج ذبائح جوهريا أخف من البقر مع إستثناء الموظ moose (*Alces alces*) والبيسون/الثور الأمريكى bison (*Bison bison*) والعَلَنْد eland (*Tarrotragus* spp.). والإختلافات الملاحظة هى إحتواؤها على دهن أقل وطاقة أيضية أقل من الحيوانات المستأنسة وأن الذبيحة carcass تحتوى على دهن أقل (أقل من ١٠٪). والذكور بعد الدورة النزوية post-rut عادة أقل دهناً عن قبل الدورة النزوية والحيوانات والأكبر سناً تحتوى دهناً أكثر من الحيوانات الأصغر.

جدول (١): تكوين المغذيات (جم/١٠٠ جم).

الطير	ماء	بروتين	دهن كلى	نتروجين كلى	أحماض دهنية		
					مشبعة	وحيدة عدم التشبع	عديدة عدم التشبع
الدجاج	٦٨,٤	٢٤,٨	٥,٤	٣,٩٧	١,٦	٢,٥	١,٠
الطَّيْهُوج grause	٦١,٦	٣١,٣	٥,٣	٥,٠٠	١,٢	٠,٧	٣,١
الحَجَل partridge	٥٤,٥	٣٦,٧	٧,٢	٥,٨٧	١,٩	٣,٣	١,٧
الطاووس pheasant	٥٦,٩	٣٢,٢	٩,٣	٥,١٥	٣,١	٤,٦	١,١
الحمام pigeon	٥٧,٢	٢٧,٨	١٣,٢	٤,٤٤	–	–	–

جدول (٢): المغذيات الصغيرة /١٠٠ جم لطيور الطرائد.

الطير	المعادن									
	صوديوم	بوتاسيوم	كالسيوم	مغنسيوم	فوسفور	حديد	نحاس	زنك	كلور	منجنيز
	ملليجرام									
الدجاج	٨١	٣١٠	٩	٢٤	٢١٠	٠,٨	٠,١٢	١,٥	٨٧	٠,٠٣
الطيهوج	٩٦	٤٧٠	٣٠	٤١	٣٤٠	٧,٦	٠,١٠	١,٥	١٣٠	٠,٠٦
الحجل	١٠٠	٤١٠	٤٦	٣٦	٣١٠	٧,٧	–	–	٩٩	–
الطاووس	١٠٠	٤١٠	٤٩	٣٥	٣١٠	٨,٤	٠,١٠	١,٣	١١٠	٠,٠٢
الحمام	١١٠	٤١٠	١٦	٣٤	٤٠٠	١٩,٤	٠,٣٣	١,٧	٩٩	٠,٠٥

الطير	الفيتامينات													
	ريتينول	كاروتين	فيتامين د	فيتامين ب١٢	فولات	بيوتين	فيتامين ى	ثيامين	ريبوفلافين	نياسين	تربتوفان ب	فيتامين ب٦	حمض بانتوثينيك	فيتامين ج
	ميكروجرام						ملليجرام							
الدجاج	آثار	آثار	آثار	آثار	١٠	٣	٠,١١	٠,٠٨	٠,١٩	٨,٢	٤,٦	٠,٣٦	١,٣	صفر
الطيهوج	–	–	–	٠,٩	٣٧	–	–	٠,١٩	٠,٨٠	٧,٠	٥,٨	٠,٦٤	–	صفر
الحجل	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	٦,٩	–	–	صفر
الطاووس	–	–	–	٢,٥	٢٠	–	–	٠,٠٢	٠,٢٩	٩,٢	٦,٠	٠,٥٧	–	صفر
الحمام	–	–	–	–	٨	–	آثار	٠,٢٧	–	٧,٠	٥,٢	٠,٨٢	–	صفر

– : البيانات غير موجودة.   ب : قيم التربتوفان مقسومة على ٦٠.

ولحم الطرائد أحمر وأكثر إغمقاقاً فى اللون عن لحم الحيوانات المستأنسة وهذا قد يكون راجعاً لزيادة فى تركيز الميوجلوبين ونقص الدهن داخل الأنسجة (التجزيع marbling) وإرتفاع رقم جيد أو إرتباطات بين هذه العوامل. وتركيز الميوجلوبين هو دالة لعمر الحيوان ونوع ليف العضل muscle fibre type. والعضل من حيوانات الطرائد به عادة نسبة أعلا من الألياف من النوع الأحمر الهوائى مجهزة للأيض التأكسدى أكثر من الحيوانات المستأنسة. والألياف الحمراء الهوائية تحتوى ميوجلوبين أكثر وهى أصغر فى القطر عن أنواع الليف المؤكسد وفى كل الأنواع يزداد محتوى الميوجلوبين فى العضلات مع السن.

وحيوانات الطرائد معرضة للهياج والضغوط مما قد ينتج عنه إستهلاك جليكوجين العضل قبل الموت ويقل إنتاج حمض اللاكتيك فى العضل بعد الموت مما ينتج عنه أرقام جيد أعلا (٥,٤ – ٥,٧) ومظهر غامق.

والقوام والطراوة فى اللحم تتصل بالنسيج الضام العضلى والنضج وقطر ليف العضل ودرجة تحلمؤ البروتين بعد الموت. ويمكن أن يكون هناك إختلافات كبيرة فى طراوة لحم الطرائد نظراً لإختلاف السن وللتموجات الموسمية فى معدل النمو فزيادة العمر ينتج عنه نضج النسيج الضام فى العضل وزيادة تشابك cross-linking الكولاجين ونقص طراوة اللحم وإختلاف معدل النمو يغير معدل تخليق الكولاجين وطراوة اللحم خاصة فى الذكور بعد الدورة النزوية. ومختلف معدلات تبريد الذبائح ودرجات حرارة التعتيق تساهم فى إختلافات الطراوة.

والطرائد ذات الحوافر الأصغر خاصة الأيل الأسمر/الآدم fallow deer (*Dama dama*) تعطى لحماً دقيق القوام fine-textured ربما لنقص قطر ليفة العضل. وكلا من شائك القرن pronghorn (*Antilocapra americana*) والأيل deer يمكن أن تعطى قوام طريق/رقيق mushy مع زيادة مدة التعليق بعد الموت.

التعتيق ageing

أهم فرق فى معاملة الحيوانات المستأنسة والطرائد هو تخزينها لوقت أقصر (تعتيق) قبل التجميد أو الإستهلاك. وتعتيق الذبائح ذات الدهن القليل أو عدم وجود دهن ينتج عنه تجفيف شديد وفقد فى الوزن وتغير فى لون اللحم الأحمر. وهى لاتفحص جيداً مثل الحيوانات المذبوحة تقليدياً. مع الطرائد فإن التلوث الأعلا بالكائنات الدقيقة وبطء تبريد الذبيحة وإرتفاع جيد العضل ينتج عنه تكاثر سريع للكائنات الدقيقة. وقد يحتاج الأمر إلى إضافة دهن إلى ذبائح الطرائد لتعزيز الإستساغة.

التعرف على الأنواع

إستبدال اللحم الأقل جودة بلحوم الطرائد مشكلة ولذا فإن طرق التعرف على اللحوم الخام (غير المطبوخة) مبنية على إختلافات فى البروتين محددة بالإستشراد الكهربى قد عرفت ووجدت. وكذلك على أساس طرق المناعة.

الأهمية الغذائية

لحم الطرائد يحتوى دهناً أقل من لحم الماشية (الجدول ٣). كما أن لحم الطرائد أقل فى الأحماض المشبعة وأعلا فى الأحماض عديدة عدم التشبع عن البقر المغذى بالحبوب (الجدول ٤).

جدول (٣): تكوين اللحم فى بعض الطرائد والمجترات.

المكون	شائك القرن pronghorn	الأيّل الأذّانى mule deer	الإلكة elk	الأيّل الأحمر red deer	الحمل lamb	البقر beef
وزن الذبيحة (كجم)	٢٨	٤٣	١٦٥	٦٩,٤	١٣,٦	٢٧٥
بروتين (جم/١٠٠ جم)	٢٢,٤	٢٢,٦	٢٢,٤	٢٤,٧	١٧,٤	٢١,٧
دهن (جم/١٠٠ جم)	٢,٥	٢,٧	٢,٠	٣,٣	١٨,٢	٥,٠
ماء (جم/١٠٠ جم)	٧٠,٠	٦٦,٧	٧٣,٤	٧٠,٨	٦٣,٦	–
رماد (جم/١٠٠ جم)	١,٢	١,٠	٠,٩	١,٤	٠,٩	–
الطاقة المؤيضة (كيلوجول/١٠٠ جم)	٤٨٩	٤٩٧	٤٦٨	٥٤٥	٩٦٩	٥٦٨

شائك القرن *Antilocopra americana*؛ الأيّل الأذّانى *Odocoileus hemionus*؛ الإلكة *Cervus elaphus nelsoni*؛ الأيّل الأحمر *Cervus elaphus*.

جدول (٤): تكوين الدهن والكوليسترول فى بعض الطرائد والبقر[أ].

المكون	شائك القرن	الأيّل الأذّانى	الإلكة	البيسون	بقر مغذى حبوب	بقر مغذى نجيل
أحماض دهنية (مجم/١٠٠ جم)						
مشبعة [ب]	٨٧٥	٩٧٢	٦٦٤	٤٢١	٢٠٢٨	٩٣٣
ستياريك	٤٤١	٤٠١	١٧٢	١٩٧	٦٥١	٣٢٧
ميريستيك وبالمتيك	٤٣٤	٥٧١	٤٩٢	٢٢٤	١٣٧٧	٦٠٦
وحيدة عدم التشبع [ج]	٥٨٢	٧٣٢	٥٠٨	٤٤٤	٢١٤٤	٧٥٤
عديدة عدم التشبع	٥٣٠	٤٦٣	٣٩٩	١٨٢	٢٩١	١٩١
ω-٦ [د]	٤٤٢	٣٥٩	٣٤٣	١٥٦	٢٧٥	١٣٩
ω-٣ [هـ]	٨٨	١٠٤	٥٦	٢٦	١٦	٥٢
كوليسترول (مجم/١٠٠ جم)	٥٣	٥٤	٤٨	٤٥	٤٨	٤٩

أ= غير مطبوخ، لحم أحمر فقط . ب– أحماض الميريستيك والبالمتيك والإسيتاريك. ج= أحماض البالميتو أولويك والأولييك. د– أحماض لينولييك وأراكيدونيك. هـ– حمض لينولينيك.

(Macrae)

الصيد

١- تعريفه: الصيد، مايصاد من حيوان برى متوحش أو حيوان مائى ملازم للبحر.

٢- حكمه: يباح الصيد لغير المحرم بحج أو عمرة، لقوله تعالى: ﴿وإذا حللتم فإصطادوا﴾[1]. غير أنه يكره إن كان لمجرد اللهو واللعب.

٣- أنواعه: الصيد نوعان: صيد بحر، وهو كل ماعاش فى البحر من سمك وغيره من الحيوانات البحرية.

وحكمه أنه حلال للمحرم وغير المحرم ولم يكره منه سوى إنسان الماء وخنزير الماء، لقلة مشاركتهما فى التسمية للإنسان وهو محرم الأكل، والخنزير وهو كذلك.

وصيد بر، وهو أجناس، فيباح منه ما أباحه الشرع، ويمنع منه مامنعه.

٤- ذكاة الصيد: ذكاة صيد البحر مجرد موته بحيث لايعالج أكله وهو حى فقط، لقوله ﷺ:"أحلت لنا ميتتان: الحوت والجراد"[2]. وأما صيد البر فإنه إذا أدرك حياً وجب تذكيته، ولايجوز أكله بدون تذكيته، لقوله ﷺ:"وماصدت بكلبك غير المعلم وأدركت ذكاته فكل"[3]. وإذا أدركته ميتاً جاز أكله إذا توفرت فيه الشروط التالية:

١- أن يكون الصائد ممن تجوز تذكيته ككونه مسلماً عاقلاً مميزاً.

٢- أن يسمى الله تعالى عند الرمى أو إرسال الجارح، لقوله ﷺ: "وماصدت بقوسك فذكرت إسم الله عليه فكل. وماصدت بكلبك غير المعلم فأدركت ذكاته فكل"[4].

٣- أن تكون آلة الصيد - إن كانت غير جارح - محددة تخرق الجلد، فإن كانت غير محددة كالعصا والحجر فلايصح أكل ماصيد بها لأنه كالموقوذ، اللهم إلا إذا أدرك فيه الروح فذكى، وذلك لقوله ﷺ وقد سئل عن المعراض: "إذ أصاب بالعرض فلاتأكل فإنه وقيذ"[5]. وإن كانت جارحاً من كلب أو باز أو صقر، وجب أن يكون معلماً، لقوله تعالى: ﴿وما علمكم من الجوارح مكلبين تعلمونهن مما علمكم الله فكلوا مما أمسكن عليكم وإذكروا إسم الله عليه﴾[6]. وقوله ﷺ: "وماصدت بكلبك المعلم فأذكر إسم الله عليه ثم كل"[7]

(تنبيه): علامة الجارح المعلم وخاصة الكلب: أن يدعى فيجيب، ، وأن يشلى فينشلى وأن يزجر فيزدجر، واغتفر الإنزجار فى غير الكلب إذا كان غير ممكن.

٤- أن لايشارك كلب الصيد غيره من الكلاب فى إمساك الصيد، لأنه لايدرى من الذى أمسكه، المذكور إسم الله عليه عند إرساله أو غيره؟ وذلك لقوله ﷺ:" فإن وجدت مع كلبك كلباً غيره وقد قتل فلا تأكل فإنك لاتدرى أيهما قتله"[8].

(١) المائدة. (٢) البيهقى والحاكم وهو صحيح. (٣) متفق عليه. (٤) فى الصحيحين. (٥) فى الصحيح.
(٦) المائدة. (٧) فى الصحيح (٨) متفق عليه.

٥- أن لايأكل الكلب منه شيئاً، لقوله ﷺ: " إلا أن يأكل الكلب فلا تأكل فإنى أخاف أن يكون إنما أمسك على نفسه"[1]. والله يقول: ﴿فكلوا مما أمسكن عليكم﴾.

(تنبيهات)

١- إذا غاب الصيد عن الصائد ثم وجده وبه أثر سهم ولاأثر آخر معه جاز أكله، مالم يمض عليه أكثر من ثلاث ليالى لقوله ﷺ فى الذى يدرك صيده بعد ثلاث:"كل مالم ينتن"[2].

٢- إذا صيد الحيوان ثم وقع فى ماء فمات، لايحل أكله لأنه قد يكون مات بسبب الماء لابسبب الرمى.

٣- إذا إنفصل عضو من الصيد بفعل الجارح، فإن هذا العضو لايحل أكله لأنه داخل تحت قوله ﷺ: "وماقطع من حى فهو ميت"[3].

(الجزائرى)

طرطوفة/خرشوف القدس

Jerusalem artichoke/sun shoke / girasoler/sun root

الإسم العلمى	*Helianthus tuberosus* L.
الفصيلة/العائلة: المركبة	Compositae

بعض أوصاف

معمرمثل البطاطس وتنضج فى ١٠٠ يوم وتستخدم كسلطة فتستخدم الدرنات خام وتقطع رفيعاً ولايوجد بها نشا ولكن بها أنيولين وهو يعطى فركتوز بالحلمأة. والجزء المأكلة يتكون من درنات ذات عقد. وهى تنمو تحت الأرض وسمكها ٣ - ٦ سم وطولها ٧ - ١٠سم. ولونها من أبيض إلى أصفر أو من أحمر إلى أزرق ويتوقف على الصنف. ولإحتوائها على الأنيولين يمكن أن يستخدمها مرضى البول السكرى لأن الفركتوز يحل محل الجلوكوز.

والمناولة بعناية مطلوب لأن له جلد رقيق (البشرة) وأى ضرر للبشرة يؤدى إلى سرعة فقد الرطوبة.

ويمكن تخزين الدرنات لمدة ٤ - ٥ أشهر على صفر°م تحت ظروف رطوبة عالية وإلا قصرت مدة التخزين على عدة أسابيع.

والدرنات لها قوام ونكهة نقل الليتشة lychee nuts ويمكن أكلها نيئة أو مطبوخة جزئياً كما يمكن تخليلها أو تؤكل طازجة فى السلطات والشوربة.

التكوين الكيماوى والقيمة الغذائية

تعطى كل ١٠٠جم جزء مأكلة ٣١٨ سعراً وبها ٨٧,٠١ جم ماء، ٢,٠٠ جم بروتين، ٠,٠١ جم دهن، ١٧,٤٤ جم كربوايدرات، ٢٠ وحدة دولية فيتامين أ، ٠,٢٠٠ مجم ريبوفلافين، ٠,٠٦ مجم ثيامين ، ٤,٠ مجم فيتامين ج، ١,٣٠٠مجم حمض نيكوتينيك ، ١٤مجم كالسيوم ، ٣,٤ مجم حديد، ١٧مجم مغنيسيوم ، ٧٨ مجم فوسفور.

(Macrae)

والأسماء: بالفرنسية topinambour.

الطعام

١- تعريفه: المراد من الطعام كل مايطعم من حب وتمر ولحم.

(١) متفق عليه. (٢) مسلم. (٣) أحمد والترمذى بلفظ: وما قطع من البهيمة وهى حية فهى ميتة.

٢- حكمه: الأصل في سائر الأطعمة الحلية،لعموم قوله تعالى: ﴿هو الذى خلق لكم مافى الأرض جميعاً﴾(١). فلايحرم منها إلا ما أخرجه دليل الكتاب أو السنة، أو القياس الصحيح، فقد حرم الشارع أطعمة، لأنها مضرة بالجسم أو مفسدة للعقل، كما حرم على غير هذه الأمة المسلمة أطعمة لمجرد الإمتحان. قال تعالى: ﴿فبظلمٍ من الذين هادوا حرمنا عليهم طيباتٍ أحلت لهم﴾(٢).

٣- أنواع المحظورات

أ- ماحظر بدليل الكتاب وهو:

١- طعام غيره الذى لايملكه بوجه من أوجه الملك التى تبيح له أكله، لقوله تعالى: ﴿لاتأكلوا أموالكم بينكم بالباطل﴾(٣). وقول الرسول ﷺ: "فلايحلبن أحد ماشية أحد إلا بإذنه"(٤).

٢- الميتة، وهى ما مات من الحيوان حتف أنفه، ومنها المنخنقة، والموقوذة، والمتردية، والنطيحة، وأكيلة السبع.

٣- الدم المسفوح وهو السائل عند التذكية، وكذا دم غير المذكيات مسفوحاً كان أو غير مسفوح قليلاً أو كثيراً.

٤- لحم الخنزير، وكذا سائر أجزائه من دم وشحم وغيرهما.

٥- ما أهِلَ به لغير الله وهو ماذكر عليه غير إسم الله تعالى.

٦- ماذُبح على النصب وهو شامل لكل ماذبح على الأضرحة والقباب مما ينصب أمارة ورمزاً لما يعبد دون الله، أو يتوسل به إليه تعالى

ودليل هذه السنة قوله تعالة: ﴿حرِّمت عليكم الميتة، والدم، ولحم الخنزير، وما أهل لغير الله به، والمنخنقة، والموقوذة، والمتردية، والنطيحة، وما أكل السبع إلا ماذكيتم، وما ذُبِحَ على النصب﴾(٥). فهى محرمة بالكتاب العزيز.

ب- ماحظر بنهى النبى ﷺ وهو مايلى:

١- الحمر الأهلية؛ لقول جابر رضى الله عنه: "نهى رسول الله ﷺ يوم خيبر عن لحوم الحمر الأهلية، وأذن فى لحوم الخيل"(٦).

٢- البغال قياساً لها على الحمر الأهلية، فهى فى حكم مانهى عنه. ولقول الله تعالى: ﴿والخيل والبغال والحمير لتركبوها﴾(٧). فهو دليل خطاب يقضى بحظر أكلها. وإن قيل كيف أبيحت الخيل، والدليل فى البغال والخيل واحد؟ فالجواب أن الخيل خرجت بالنص الذى هو إذن الرسول ﷺ فى أكلها كما جاء فى حديث جابر المتقدم.

٣،٤- كل ذى ناب من السباع كالأسد والنمر والدب والفهد والفيل والذئب والكلب، وإبن آوى، وإبن عرس، والثعلب، والسنجاب، وغيرها مما له ناب يفترس به. وذى مخلب من الطيور كالصقر والبازى والعقاب والشاهين والحدأة والباشق والبومة وغيرها مما له مخلب يصيد به، لقول إبن عباس رضى الله عنهما: "نهى رسول الله ﷺ عن كل ذى ناب من السباع، وعن كل ذى مخلب من الطيور"(٨).

(١) البقرة. (٢) النساء. (٣) البقرة. (٤) متفق عليه. (٥) المائدة. (٦) متفق عليه. (٧) النحل. (٨) مسلم.

٥- الجلالة: وهى ماتأكل النجاسة وتكون غالبة فى عيشها من بهيمة الأنعام، ومثلها الدجاج، لما روى [1] أبوداود عن إبن عمر أن النبى ﷺ نهى عن لحوم الجلالة وألبانها، فلاتؤكل حتى تحبس عن النجاسة أياماً يطيب فيها لحمها، ولايشرب لبنها إلى بعد إبعادها عن النجاسة أياماً يطيب فيها لبنها.

ج- مايظر بدليل منع الضرر، وهو مايلى:

١- السموم عامة لثبوت ضررها فى الأجسام.

٢- التراب والطين والحجر والفحم، لضررها وعدم نفعها.

٣- المستقذرات التى تعافها النفس وتنقبض لها كالحشرات وغيرها، إذ المستقذر يسبب المرض، ويَجرُّ الأذى للبدن.

د- ماحظر بدليل التنزه عن النجاسات، وهو مايلى:

١- كل طعام أو شراب خالطته نجاسة، لقوله ﷺ: "فى الفأرة تقع فى السمن إن كان جامداً فألقوها وماحولها، وكلوا الباقى، وإن كان ذائباً فلا تقربوه"[2].

٢- كل نجس بطبعه كالعذرة والروث لقوله تعالى: ﴿ويحرِّم عليهم الخبائث﴾[3].

٤- ماياح من المحظورات للمضطر:

يباح للمضطر ذى المخمصة - المجاعة الشديدة - إن خاف تلف نفسه وهلاكها أن يتناول من كل محظور- غير السم - مايحفظ به حياته سواء كان طعام غيره أو ميتة، أو لحم الخنزير أو غير ذلك، على شرط أن لايزيد على القدر الذى يحفظ به نفسه من الهلاك، وأن يكون كارهاً لذلك غير متلذذ به، لقوله تعالى: ﴿إلا من إضطر فى مخمصة غير متجانف[4] لإثم﴾[5]. (الجزائرى)

أغذية الأطفال infant foods

الإنسان هو الثديى الوحيد الذى حاول تغذية أطفاله على شيء غير لبنه ولذا فإن تركيبات الأطفال المناسبة formulae يجب أن تكون متاحة للأطفال الذين إختارت أمهماتهم ألا ترضع رضاعة طبيعية أو أنها لاتستطيع أو أن الرضاعة الطبيعية غير مسموح بها لأسباب طبية.

وتركيبات الأطفال يجب أن تكون المصدر الوحيد للتغذية خلال الشهور الأولى من الحياه ولاتستطيع التقنيات المتاحة مشابهة لبن الأم من حيث محتواه الإنزيمى والخواص المناعية. وهم يصنعون تركيبات الأطفال من لبن البقر ولكن هذا يحتاج إلى تغيير كبير ليشابه لبن الأم فيجب أن يخفض البروتين والمعادن وتزاد الكربوايدرات ويضاف فيتامينات والمعادن الآثار ولذلك يجب إضافة حديد وخارصين نظراً لأنها تمتص قليلاً من لبن البقر وكذلك يجب تحسين الخواص الإمتصاصية وهذا يحدث بتغيير نسبة كازين الشرش ومخلوط الدهن.

والبروتين فى لبن البقر يسوده الكازين مع نسبة شرش: كازين ٢٠ : ٨٠ وهناك نوعان من تركيبات

(١) الترمذى وغيره وهو حسن. (٢) أبو داود بسند صحيح وأصله فى البخارى. (٣) الأعراف.

(٤) متجانف لإثم: مائل إليه ومختار له. (٥) البقرة.

الأطفال مايسوده الشرش ومايسوده الكازين والطفل المولود حديثا يمتص أسهل بروتين الشرش. والألبان التى أساسها الشرش هى مخلوط من شرش مزال معادنه وكمية صغيرة من اللبن الفرز وهذا يحقق نسبة شرش : كازين مشابهة للبن الأم (٦٠ : ٤٠). وإستخدام بروتينات الشرش يغير نظام الأحماض الأمينية جاعلة أياها أقرب للبن الأم. وبجانب ذلك فإن إزالة معادن الشرش يقلل من الصوديوم والبوتاسيوم والفوسفات.

أما الألبان التى يسودها الكازين فهى تصنع بإستخدام اللبن الفرز وفى قليل منها لبن كامل الدسم كمصدر للبروتين ونسبة الشرش : كازين مثل لبن البقر ولو أنها تحور كثيرا أثناء الإنتاج فإن مستويات الصوديوم والفوسفور والبوتاسيوم عادة أعلا من اللبن الذى يسوده الشرش.

والأطفال لايستطيعون تخليق التورين والكارنيتين. والكارنيتين ضرورى لنقل الأحماض الدهنية طويلة السلسلة إلى السبحيات حيث يحدث لها أكسدة β- وهو يوجد فى التركيبات المبنية على لبن البقر بكميات كافية. أما التورين فله دور رئيسى فى أحماض الصفراء والتى هى ضرورية لإمتصاص الدهن وقد تكون على صلة بوظائف الرئتين والقلب والجهاز العصبى المركزى. ولبن البقر يحتوى على تركيزات صغيرة من التورين وتركيبات الأطفال تقوى بالتورين إلى مستويات مشابهة للموجود فى لبن الأم (٣,٣ - ٥,٢جم/١٠٠مل)

والكربوايدرات الموجودة فى لبن الأم ولبن البقر هى اللاكتوز ولابد من إضافة كربوايدرات إلى لبن البقر لتجعله مساويا للبن الأم وهذا يحدث فى صورة لاكتوز ولكن أحيانا مالتودكسترينات أو أميلوز فى الألبان التى يسودها الكازين. واللاكتوز يعزز إمتصاص الكالسيوم ويساعد على تثبيط نمو الممرضات فى الأحشاء عن طريق تخمره فى القولون وهو والمالتودكسترين يهضمان ويمتصان بواسطة الأطفال الصغار ولكن لايعرف تماما مايحدث للأميلوز. والسكروز قليلا مايستخدم لأنه يجعل التركيبة حلوة جدا والجلوكوز والسكريات الأحادية الأخرى يتم تجنبها لأنها تزيد جوهريا من تناضح الغذاء.

وتركيزات الدهن فى لبن الأم الناضج ولبن البقر متشابه. ولكن التكوين الكيماوى من حيث درجة التشبع وطول السلسلة وهيئة الأحماض الدهنية على جزيئات الجليسريدات الثلاثية مما يؤثر على إمتصاص الدهن. والأحماض الدهنية القصيرة والمتوسطة تمتص بكفاءة أكثر من الأحماض الدهنية الطويلة المشبعة. والأحماض الدهنية غير المشبعة تمتص أحسن من الأحماض الدهنية المشبعة. وفى كلا اللبنين فإن حمض البالمتيك هو أكثر الأحماض الدهنية المشبعة وفى لبن الإنسان حمض البالمتيك فى الموضع ٢ من جزىء الجليسريد الثلاثى وهذا يمتص أسهل عما لو كان فى الموضع ١ أو ٣ كما يوجد فى لبن البقر.

ولايوجد مصدر دهن واحد يمكنه مشابهة خواص بروفيل الدهن فى لبن الأم ولذا يستخدمون خليطا من زيوت نباتية ودهن البقر ومصدر الدهن يجب أن يعطى الأحماض الدهنية الأساسية اللينولييك (ك١٨:٢ ω-٦ 6-ω) و α لينولينيك (ك١٨ : ٣ ω-٣ 3-ω). وأمثل نسبة هى ω-٦ : ω-٣ ٥ : ١ كما فى

لبن الأم ولكن ليست جميع التركيبات تعطى هذه النسبة.

والنيوكليوتيدات تكون ٠,١ - ٠,١٥٪ من المحتوى النتروجينى للبن الأم ويوجد فى تركيزات أصغر كثيراً فى تركيبات لبن البقر.

وتوجد ألبان المتابعة follow-on وهى مبنية على أساس لبن البقر ومقصود بها الإستخدام من سن ٦ أشهر كجزء من تغذية مختلطة. وهى لاتصلح لتحل محل أياً من لبن الأم أو تركيبات الأطفال قبل هذا السن. ومحتواها من الطاقة يشبه تركيبات الأطفال ولكن محتواها البروتينى أعلا وفى بعض المنتجات البروتين مبنى على الشرش بينما فى الأخرى مبنى على بروتين اللبن الكامل. وتركيز الدهن أقل عن تركيبة الأطفال وهو إما مخلوط من دهن الزبد وزيوت نباتية أو زيوت نباتية وحدها. والحديد والكالسيوم والصوديوم مستوياتها أعلا عن تركيبة الأطفال مزالة للمعادن وهى يضاف إليها معادن وفيتامينات.

الإنتاج

تتكون تركيبات الأطفال من لبن فرز وشرش مزال المعادن (فى التركيبات التى يسودها الشرش) ومصدر كربوايدرات ومخلوط دهن وفيتامينات ومعادن وكل هذا يجرى عليه إختبارات للتكوين الغذائى والنقاوة وأمان الكائنات الدقيقة والخواص الفيزيقية. وتهدف طرق الإنتاج إلى خلط المكونات الخام معاً لإنتاج مسحوق أو سائل متجانس وثابت. واللبن الفرز يحضر كسائل أو مسحوق فإذا كان سائلاً يعاد بسترته عادة بالتسخين إلى ٧٢°م لمدة ١٥ ثانية وهذا يهلك ٧٥٪ من الكائنات الموجودة ويعاد بسترته عدة مرات. وقد يزال المعدن أو يشترى مزال المعدن ويحدث هذا بالنث الكهربى أو الترشيح فائق الدقة أو تبادل الأيونات. ويخلط اللبن المعاد بسترته والشرش المزال معادنه مع مصدر كربوايدرات وفيتامينات ومعادن ومخلوط دهن ويضاف الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهن قبل هذه العملية.

ويجرى عملية ترويق بالطرد المركزى ثم عملية تجنيس للتثبت من أن الجسيمات موحدة ثم تعرض تركيبه الأطفال السائلة إلى معاملتين حراريتين البسترة والتسخين إلى درجة حرارة مناسبة للتجفيف بالرذاذ. ثم يجرى التجفيف بالرذاذ وهذا ينتج مسحوقاً يعاد تكوينه بسهولة فى محلول.

وتعبأ تركيبات الأطفال فى علب أو أكياس رقائق معادن توضع فى صناديق كرتون. وتعرض العلب المقفولة من ناحية واحدة بقلبها وتعرض لنظام نفخ وفراغ لإزالة أى تلوث. ويزال الهواء ويدخل مكانه غاز خامل ويقفل. وهى تعيش إلى ٢-٣ سنة والأكياس التى تقفل بطريقة مماثلة تعيش إلى ١٥ شهر. والأولى تستهلك بعد الفتح فى ٤ أسابيع والثانية فى أسبوعين. كما ينتج تركيبات أطفال معدة للأكل فى ١٠٠ مل قارورات زجاجية للإستخدام فى المستشفيات.

وإنتاج التركيبات المعدة للتغذية ready to feed تعرض أحياناً للتعقيم بدرجات حرارة فائقة العلو د.ح.ف.ع UHT بتعريضها لدرجة حرارة ١٤٢°م لمدة ثانيتين بهدف الإحتفاظ بالنهكة (بتقليل التكرمل) وتسمح بطول مدة عمر الرف. والأوعية

من طبقات من عديد الإيثيلين والألومنيوم والورق المقوى وتعقم بواسطة فوق أكسيد أيدروجين ساخن قبل ملئها باللبن.

التحضير

يجب إستخدام ماء مغلى حديثاً والماء المُحَلَّى softened منزلياً أو الماء المغلى عدة مرات غير مناسب لوجود معادن بمستويات عالية. ومرشحات المياه تزيل المركبات العضوية والكلور والمبيدات من المياه. والمياه التى تحتوى على ٢٠مجم من الصوديوم أو أقل فى اللتر يمكن إستخدامها ولكن يجب غليها. ويجب تنظيف الأيادى وأسطح الأماكن ثم يقاس الماء المغلى المبرد فى زجاجة معقمة مُدَرَّجَة. وأمثل درجة حرارة للماء على درجة ٥٠°م ثم يضاف المسحوق ثم تهز الزجاجة للخلط. وهذه يمكن إعطاؤها للطفل أو حفظها تحت التبريد لمدة ٢٤ ساعة على الأكثر. وتسخن بوضعها فى ماء ساخن ويجب عدم إستخدام أفران الموجات الدقيقة لأنها لا تسخن بالتساوى.

التعقيم

تغسل الزجاجات والأجهزة فى ماء بصابون وتعقم بإستخدام أقراص التعقيم أو سوائل التعقيم التى تعقم بالهيبوكلوريت. أو تغلى لمدة ٢٠ق وهناك طرق للتعقيم بإستخدام البخار فى المنازل فيولد البخار بإضافة كمية صغيرة من الماء إلى حيز ضيق مسخن والماء يتبخر تدريجياً والبخار يغطى أسطح الزجاجات وتقفل المكنة آلياً بعد دورة ٦ – ١٢ق. ودرجة الحرارة هى ٩٨°م لمدة ٣ق. والأفران ذات الموجات الدقيقة ليست ذات كفاءة فى تعقيم هذه الأجهزة.

(Macrae)

أغذية الفطام weaning foods

الأغذية الأساسية هى عادة أول أغذية تضاف لغذاء الأطفال وهى قد تكون حبوب أو درنات أو جذور مثل القمح والذرة والأرز والدخن والبطاطا ويوجد مشروبات الخضر والفاكهة والنكتارات أو سوائل مركزة للتخفيف وكثير منها يضاف إليه سكريات وحمض أسكوربيك.

ويوجد أغذية أطفال للفطام فى برطمانات أو علب كهريس متجانس للأطفال الصغار (٣-٧ شهر) أو تحضيرات للأطفال الأكبر مع جسيمات أكبر أيضاً. وهى قد تحتوى لحماً أو سمكاً أو خضراً أو حبوباً أو نشويات. وأنواع العقبة desserts تتكون من حبوب وفواكه ومنتجات ألبان كما توجد منتجات جافة مشابهة لتلك الموجودة فى البرطمانات والعلب.

القوام

بالرغم من أن الأطفال يستمتعون بمختلف ألوان ونكهات الغذاء الحلو منها واللذيذ فإنهم لايستطيعون فى مبدأ فترة الفطام أن يتحملوا أغذية متكتلة أو خشنة ولذا فإن تلازجاً ناعماً يكون هاماً فى هذه المرحلة أى ٣-٧ أشهر. والغذاء شبه الصلب يجب أن يكون سائلاً بكفاية للطفل الصغير أن ينقله إلى خلف فمه لبلعه وأن يكون جارياً runny بحيث لايمكن التحكم فيه.

القيمة الغذائية

الغرض من الفطام هو تقديم مختلف أنواع الأغذية التى مع اللبن تعطى كل المغذيات المطلوبة.

جدول (١): مقارنة بين لبن البقر ولبن الإنسان الناضج .

المكون	لبن البقر (لكل ١٠٠ مل)	لبن الإنسان الناضج (لكل ١٠٠ مل)
الطاقة: كيلوكالورى	٦٦	٦٩
كيلوجول	٢٧٥	٢٨٩
كربوايدرات (جم)	٤,٨	٧,٢
بروتين (جم)	٣,٢	١,٣
دهن (جم)	٣,٩	٤,١
صوديوم (مللى جزئ)	٢,٤	٠,٦
بوتاسيوم (ميللى جزئ)	٢,٩	٠,٩
فوسفور (ميللى جزئ)	٣,٠	٠,٥
خارصين (ميكرو جزئ)	٦,١	٤,٦
حديد (ميكرو جزئ)	٠,٩	١,٣
فيتامين د (ميكروجرام)	٠,٠٣	٠,٠٤
فيتامين ج (مجم)	١,٠	٤
فيتامين ب١ (مجم)	٠,٠٤	٠,٠٢
فيتامين ب٢ (مجم)	٠,١٧	٠,٠٣
حمض نيكوتينيك (مجم)	٠,١	٠,٢
فيتامين ئى (مجم)	٠,٠٩	٠,٣٤
فيتامين أ (ميكروجرام)	٥٢	٥٨

الطاقة

معظم أغذية الفطام كثيفة الطاقة عن اللبن. فقيم مثل ١٦٨ كيلو جول (٤٠ سعر) فى كل ١٠٠جم من الفاكهة إلى ٤٢٠ كيلو جول (١٠٠ سعر) لكل ١٠٠جم من اللحوم فقط على أساس جاهز التغذية ولبن الأم وتركيبة لبن الأطفال تعطى حوالى ٢٩٤ كيلو جول (٧٠ سعر) لكل ١٠٠مل.

البروتين

الفواكه والعُقْبَة desserts تُعْطِى تقريباً ٧٪ من الطاقة من البروتين (مثل مايعطيه لبن الأم) ومع الإضافة التى تحتوى لحوماً فقد يُعْطِى ٢٠٪ من الطاقة من البروتين. وبروتين منتجات الأطفال من الحبوب قد يزاد بإضافة دقيق الصويا أو لبن فرز. وقد يكون مصدر البروتين فى أغذية الأطفال للفطام المحضرة فى المنزل اللحم أو الدواجن أو السمك أو البيض أو البقول أو اللبن.

الكربوايدرات

الكربوايدرات إما سكريات أو نشويات فالسكريات تتكون من سكريات مضافة مثل السكروز أو موجودة طبيعياً كما فى عصير الفواكه والذى يحتوى جلوكوزاً وفركتوزاً وسكروزاً أو من اللبن الذى يحتوى لاكتوزاً. والنشويات تأتى من البطاطس والحبوب والأرز والدقيق وكذلك دقيق الذرة ومُحَوَّره يستخدم كمثخن.

الدهن

تختلف نسبة الدهن كثيراً فالفواكه والخضر منخفضة فى الدهن بينما الوجبات التجارية والعقبة تختلف تبعاً للمكونات. وبمجرد تقديم وجبات الفطام فإن نسبة الطاقة من الدهن تميل إلى الإنخفاض.

الحديد

لبن الأم وتركيبات اللبن غير المقواة مصادر فقيرة فى الحديد. وعند وقت إبتداء الفطام فإن إحتياطى الطفل من الحديد يكون قد إستهلك ويحتاج إلى أغذية تعتبر مصادر جيدة فى الحديد. وصورة الحديد فى المنتجات الحيوانية - حديد الهيم - عادة تمتص أحسن عن غير الهيم الموجود فى الحبوب والخضر والمضاف لتقوية الأغذية. وأغذية الفطام عادة تقوى بالحديد ولو أنه يمتص بقلة إلا أن الحديد المستخدم لتقوية حبوب الأطفال قد يكون مصدراً هاماً بالنسبة لغذاء الطفل.

الصوديوم

هيئة الأغذية والزراعة وهيئة الصحة العالمية التابعتان للأمم المتحدة وضعوا المقاييس الآتية للكميات القصوى للصوديوم وأغذية الفطام:

- أغذية الفطام فى البرطمانات والعلب ٢جم/كجم معدة للتغذية.
- حبوب الأطفال ١جم/كجم معدة للتغذية.
- الرسك/بقسماط rusks ٣ جم/كجم كما تباع.

الفيتامينات

بعض أغذية الفطام المصنعة مصنعة بحيث تكون كاملة غذائياً أى تحتوى كل الفيتامينات والمعادن الضرورية ولكن الأغلبية مصممة بحيث تحقق مع اللبن غذاءاً متوازناً.

ويضاف الفيتامين لتعويض الفقد أثناء المعاملة خاصة الفيتامينات الحساسة للحرارة. فمثلاً يضاف فيتامين ج الذى ربما هدم أثناء المعاملة.

طرق التحضير

أغذية الفطام المحضرة تجارياً

أغذية الفطام التى أساسها الحبوب: هذه تحتوى واحداً من الحبوب أو أكثر بجانب مكونات أخرى مثل اللبن والفيتامينات والمعادن وتخلط كل المكونات مع الماء لإنتاج عجينة سائلة والتى تجلتن وتجفف بإستخدام مجفف إسطوانى. والرقائق المجففة تطحن إلى حجم الجسيم المطلوب وتعبأ. أما الأغذية المخبوزة مثل الرسك/بقسماط rusks فتستخدم دقيق القمح أو ربما دقيق حبوب أخرى ويضاف الدهن والماء إلى المكونات الجافة وتخلط لتكون عجينة. وهذه تحول إلى صفيحة مستمرة تقطع وتشكل وتخبز فى فرن ذى حزام ناقل وتعبأ.

أغذية فطام مجففة ومعدة للتغذية: تحضر المكونات وتوزن قبل الخلط مع الماء وعند إستخدام النشا يخلط بالماء لضمان التشتت الكامل قبل الإضافة إلى الدفعة الرئيسية. ويطبخ المخلوط بجاكتة بخار تحيط الوعاء أو خلال حقن البخار فى المخلوط. والغذاء المطبوخ يعامل لتصبح جسيماته فى حجم مناسب. ويعبأ ساخناً فى أوعية (علب أو برطمانات) والتى تقفل. وتعامل الأوعية بالحرارة تحت ضغط ويُتَحكَم فى الضغط ودرجة الحرارة تبعاً للناتج ثم تُبَرَدْ وتُرَوْشَمْ. وأغذية الفطام المجففة هى خليط من أغذية سابقة الطبخ من حبوب وقد تحتوى لحماً وخضراً. فتخلط المكونات الجافة وتخلط بالماء وتطبخ على مجفف إسطوانى لإعطاء رقائق وهذه تعمل فى الحجم المناسب وتعبأ.

التحضير المنزلى لأغذية الفطام

عادة هى تعويد أو تهيئة لعمليات الطبخ العادية ويلزم عدم إضافة بعض المكونات مثل الفلفل والثوم والزنجبيل والمكونات التابلية الأخرى والتى قد تضايق القناة الهضمية للطفل. وإضافة الدهن أو الملح لاينصح بـه ولـذا فـإن التحمير طريقة غير مناسبة، والشوى والخبيز والغلى هى طرق مناسبة. وبعد طبخ الغذاء فمن الضرورى خفضه إلى تلازج مناسب تبعاً لطور تطور الطفل بآلات مختلفة متاحة لهذا الغرض.

تحضير أغذية للفطام فى البلاد النامية

إن أبسط وصفة لأغذية الفطام هى التى تحتوى على مكونين كحبوب أو جذر مع بقول وهذا يسمى المخلوط الأساسى ويجب إضافة أغذية أخرى حتى يتكون غذاء كامل. والوصفات المناسبة لفترة الفطام تسمى خليطاً متعدداً. والخليط المتعدد له أربعة مكونات:

١- مادة ثابتة كمكون رئيسى ويفضل أحد الحبوب.
٢- مضاف بروتينى نباتى أو حيوانى أو بـذور beans وفول سودانى ولبن ولحم ودجاج وسمك وبيض ... الخ.
٣- مضاف فيتامينى ومعدنى - خضر و/أو فاكهة.
٤- مضاف طاقة: دهن أو زيت أو سكر لزيادة تركيز الطاقة فى الخليط.

الصحة

حيث أن الأطفال معرضين للعدوى خاصة فى السنة الأولى من الحياه فعناية خاصة يجب أن تؤخذ لتجنب أى مصدر للعدوى فتغسل الأيدى جيداً وكذلك كل الأجهزة المستخدمة فى تحضير الغذاء بالمنزل وتعقم الأدوات مثل الزجاج أو اللدائن أو الأطباق أو المعالق كيماوياً ولكن الأشياء المعدنية تغلى.

أغذية الفطام المحضرة منزلياً وتجارياً

الخواص الغذائية

لايمكن عمل مقارنة من حيث المحتوى التغذوى نظراً لمختلف الوصفات المستخدمة فى المنزل. والأغذية المحضرة منزلياً لها ميزة أن الأم تستطيع ضبط كل المكونات وعادة كمية الغذاء المتناولة ومحتواها الغذائى تقريباً متشابهة فى البلاد الصناعية عندما يغذى الأطفال على غذاء محضر منزلياً تماماً ويقارن مع هؤلاء الذين يتناولون غذاء تجارياً تماماً. وبدون تقوية الحبوب فى غذاء الأطفال فإن هذه الأغذية تكون ناقصة فى الحديد أو الكالسيوم أو فيتامينات ب ومستويات الحديد وفيتامين د قد تكون أقل عن المرغوب فيه فى أغذية الأطفال المغذين بأغذية محضرة فى المنزل تماماً.

وبعض أغذية الأطفال تحضر بحيث تحتوى الفيتامينات الضرورية والمعادن والمغذيات الكبيرة ولكن الغالبية معدة بحيث تكون غذاءاً متوازناً مع اللبن وإن كانت لاتحتوى بنفسها على المغذيات الضرورية. وتقوى الأغذية لتعوض مايفقد فى المعاملة من بعض المغذيات مثل إضافة فيتامين ج لعصير الفاكهة.

الموثوقية convenience

أغذية الفطام التجارية متاحة كأغذية جافة أو مبتلة (معدة للتغذية) فى أحجام أو عبوات مختلفة. والأغذية الجافة تحتاج إلى إضافة ماء أو لبن. ويمكن تخصيص جزء من الغذاء قبل تنكيهه - فى حالة الطبخ للعائلة - ويهرس أو يخلط إلى التلازج المرغوب للطفل.

المضافات المستخدمة فى غذاء الفطام

الأطفال يعتبرون حالة خاصة بالنسبة لمضافات الأغذية فأمعاء الطفل أكثر نفاذية عن البالغين بجانب أن ميكانيزم نزع السمية فى الكبد قد لايكون قد تطور تماماً عند الفطام.

تنظيم الحموضة

تسمح منظمات الحموضة بإستخدام البسترة لتحقيق منتج آمن بدلاً من إستخدام معاملة حرارية أشد مع إحتمال فقد تغذوى أكبر.

مضادات الأكسدة

مضادات الأكسدة كالتوكوفيرولات المستخلصة من جنين القمح تستخدم لمنع تدهور الزيوت والدهون.

المستحلبات

هذه تضمن التشتت الكامل للدهون والزيوت.

المنكهات

المنكهات تساعد على تقديم الطفل إلى مدى أوسع من المذاقات وإستخدام المواد الطبيعية كالفانيليا مفضل.

عوامل تكوين الجل gelling agents

عوامل تكوين الجل تساعد على تقديم الغذاء كجل عندما يكون هذا القوام مرغوباً.

النشا المحور modified starches

عندما يُسَخَن فإن النشا غير المُحَوَر يفقد بعض الخواص التثخينية ولكن باستخدام النشا المحور المتشابك والأميلوبكتين فى أغذية الفطام يمكن تجنب هذا العيب .

المواد الحافظة preservatives

عادة لاتحتوى أغذية الفطام على مواد حافظة مضافة ولكن مواد حافظة مختارة تستخدم أحياناً مع بعض منتجات الفاكهة السائلة والمركزة لضمان أمان الكائنات الدقيقة لأن محتويات العبوة قد تستخدم على فترة عدة أيام.

عوامل الرفع raising agents

عوامل الرفع تستخدم للحصول على قوام مقبول فى منتجات الخبيز.

المثبتات stabilizers

قد تستخدم المثبتات فى أغذية الفطام المعدة للتغذية ready to feed لمنع الفصل والذى يعطى مظهراً غير مرغوب ومختراً.

المثخنات thickeners

المثخنات تعطى قواماً مناسباً للتغذية بالملعقة.
(Macrae)

طراوة tenderness

أنظر: قوام

طعم

أنظر: مذاق

طماطم tomatoes

الإسم العلمى *Lycopersicon esculentum*

الفصيلة/العائلة: الباذنجانية Solanaceae

الطماطم المستأنسة هى واحدة من أهم محاصيل الأغذية وإنتاجها السنوى يقدر بنحو ٦٠ × ١٠^{6} طن وهى تستخدم طازجة ومعاملة (مجففة) وهريس وعجين وكتشب وصلصة وشوربة ومعلبة كاملة ومقشرة. وهى تحتوى ٥ – ٧٪ مواد صلبة. وهى تحتوى تركيزات منخفضة من فيتامين ج ومولد فيتامين أ والمعادن. وهناك أصناف تصلح للسوق الطازج ولها قطر من ١٥مم إلى ٩٠ مم وأصناف تصلح للتصنيع فخواصها تسمح للحصاد بالمكن .

الطفرات الوراثية genetic mutants

طورت خرائط ترابط وراثى ممتازة وتستخدم تقنية الوراثة لتحويل نباتات الطماطم حتى تنتج كميات أقل من الإنزيمات المُطَرِّيَة لجدر الخلايا ولإدخال مورثات مقاومة لمبيد الأعشاب جليفوسات glyphosate (الجدول١). والدراسات الفسيولوجية والكيموحيوية أعطت الأساس لمعرفة البيولوجيا الجزيئية للتنظيم الوراثى لنضج ثمار الطماطم ولطراوة جدر الخلايا.

جدول (١): أنواع الـ *Lycopersicon*.

تحت القسم	الخواص
معقد- *esculentum*	تهجن بسهولة.
esculentum	الطماطم العادية.
esculentum var. *cerasiforme* الطماطم الكريز	مهيأة للظروف الإستوائية الرطبة.
cheesemanii	ثمار صفراء إلى برتقالية والقطر ٦–٩ مم. ومصدر لمورث غير مفصلى jointless يساعد على الجمع بالمكن.
hirsutum وأشكالها	ثمار خضراء مع تقليم أرجوانى والقطر ١,٥ – ٢,٥ سم. مصدر لتحمل البرد ومقاومة الحشرات والنيماتودا والفطر والبكتيريا.
parviflorum and *chmielewski*	الثمرة صفراء – خضراء وتغطى ١ – ١,٤ سم. والـ*chmielewski* مصدر للمواد الصلبة العالية.
pennellii	صغيرة خضراء وكانت تقسم فى الجنس *Solanum* ومقاومة للجفاف ولبعض الحشرات الماصة.
pimpinellifolium طماطم كشمش	مقاومة للفيوزاريوم وبكتريا التبقع.
معقد *peruvianum*	لاتتهجن بسهولة مع معقد *esculentum*.
chilense	الثمرة خضراء والقطر ١–٢سم وهى مصدر لمورث ت.م١٢ Tm^{2a} ومقاومة لمرض فيرو موزايك الطباق.
peruvianum	الثمرة خضراء والقطر ١–٣ سم وهو نوع يحتوى إختلافات كثيرة منها ماهو شاطئى وجبلى. وهى مصدر قيم محتمل لمورثات مقاومة لأمراض فطرية وفيروسية وللحشرات.

تكوين الثمرة fruit composition

نباتياً ثمرة الطماطم تقسم كعِنَبيَّة berry والثمرة يمكن أن تقسم إلى جلد وغلاف الثمرة pericarp والمحتويات الغُرَيْفيَّة locular contents. والعدد الكبير نسبياً من البذور الصغيرة الصلبة الموجودة فى كل ثمرة محاطة بخلايا برنشيمية parenchyma التى تملأ فجوات الغُرَيْفَة locular. والأصناف ذات الثمار الصغيرة مثل تلك المزروعة للتجارة الطازجة فى الأجواء الباردة أو للحصاد بالمكن للمعاملة عادة تحتوى عدداً قليلاً من الغُرَيْفَات locules بينما الأصناف كبيرة الثمار تميل إلى أن تكون متعددة الغريفات locules والعصير الغُرَيْفِى locular يحتوى تركيزاً أعلا من الأحماض العضوية عن الجدر الغريفية locular الخارجية وإن كان العكس صحيح بالنسبة للسكريات المختزلة. ونسيج الثمرة المختلط له جيد مابين ٤,٠ – ٤,٧. والجدول (٢) يعطى بيانات أصناف نامية فى الهواء الطلق.

وهناك إختلاف كبير فى تركيز المغذيات والتى تتأثر بالإختلافات الوراثية وخاصة التألق/السطوع irradiance ودرجة حرارة النمو والرى والملوحة. وثمرة الطماطم الطازجة تحتوى تركيزاً منخفضاً نسبياً من المادة الجافة ونسبة الجزء المأكلة يبلغ ٩٩٪ من الوزن الطازج. والجزء غير المأكلة يشمل البذور والجلد والتى تزال أثناء إنتاج الهريس purée والعجينة paste والشوربة soup.

ونظراً للكميات الكبيرة من المنتجات المعاملة المستهلكة فإن الطماطم مصدر هام لفيتامين ج والـ β-كاروتين والمعادن مثل البوتاسيوم فى غذاء الإنسان. وهى تحتوى على السكريات المختزلة الجلوكوز والفركتوز ولو أن السكروز هو الأيضة الأساسية التى تنقل فى نبات الطماطم فإن الإنفرتاز الحمضى الموجود فى فجوات خلايا الثمرة يضمن أنه كل كميات – فيما عدا آثار – السكروز تتحملاً ولكن بعض أصناف غير *L. esculentum* معروف أنها تجمع كميات جوهرية من السكروز وقد تم تهجين أنواع من *Lyopersicon chmielewski* مع *L. esculentum* لإنتاج خطوط وراثية عالية السكر. والطماطم الخضراء تخزن قليلاً من النشا والذى يصل إلى أقصاه عندما تكون الثمرة فى حوالى منتصف نموها. ويحملأ النشا بسرعة عند النضج. وتوجد معلومات عن الأحماض العضوية بجانب حمضى السيتريك والماليك والإنزيمات المحفزة لدورة حمض السيتريك. والمركب الفينولى الأساسى الموجود فى ثمرة الطماطم هو حمض الكلوروجينيك chlorogenic acid. والجليكوسيدات القلويدية توجد فى الـ Solanaceae والتى طعمها مر ويوجد فى الطماطم α-توماتين α-tomatine بتركيزات قليلة فى الثمار غير الناضجة وتنقص إلى النصف بالنضج وليس له خطر السمية للإنسان والأوراق تحتوى

جلو = جلوكوز ، جال = جالاكتوز، زيل = زيلوز.

جدول (٢): تكوين المغذيات في الطماطم.

المغذى	المحتوى فى كل ١٠٠ جم من الجزء المأكول[أ]
الطاقة[ب] (كيلوجول)	٥٦
المكونات (جم)	
ماء	٩٤,٧
بروتين[ج]	١,٠
دهن	٠,١
ألياف غذائية	١,٦
كربوايدرات (جم)	
جلوكوز	٠,٩
فركتوز	١,٠
سكر ونشا	صفر
أحماض عضوية (جم)	
سيتريك	٠,٤٣
ماليك	٠,٠٨
أكساليك "وغيره"	صفر
فيتامينات (مجم)	
فيتامين ج	١٨
ثيامين	٠,٠٤
ريبوفلافين	٠,٠٢
حمض نيكوتينيك	٠,٧
β-كاروتين (مكافئ)[د]	٠,٣٤
المعادن (مجم)	
بوتاسيوم	٢٠٠
صوديوم	٦
كالسيوم	٨
مغنسيوم	١٠
حديد	٠,٣
خارصين	٠,٢

(أ) الجزء المأكول ٩٩٪ من الثمرة . (ب) الطاقة حسبت على أساس جم (بروتين × ١٧) + (دهن × ٣٧) + (سكريات أحادية × ١٦) + (سكريات ثنائية × ١٦,٨) + (نشا × ١٧,٦) + (أحماض عضوية × ١٠). (ج) البروتين حسب على أساس (ن × ٦,٢٥). (د) كاروتين حسب على أساس مجم β-كاروتين + ٠,٥ × مجم (β-كاروتين + كريبتوزانثين).

(مجم/كجم) ٨٦٠٠ – ١٩٠٠٠ والأزهار ٩٣٠٠ – ٢٢٠٠٠ والثمرة الخضراء ٨٧٠ والصفراء ٤٥٠ والحمراء الناضجة ٣٦٠.

وبالنسبة للأحماض الأمينية: حمض الجلوتاميك هو أهم حمض فالجلوتاميك والأسبارتيك وحمض γ-أمينوبيوتريك γ-aminobutyric. والجلوتامين تكون ٨٠٪ من النتروجين الأمينى الحر فى الثمرة وهى تساهم فى مذاق الطماطم.

الصبغات pigments

الطماطم تقليدياً حمراء ولكن هناك أصناف طبيعية وردية pink وبرتقالية وصفراء وبيضاء. واللون الأحمر ناتج عن الليكوبين وهو عادة الصبغة السائدة. والليكوبين صبغة كاروتينويدية لاتتحول إلى فيتامين أ فى جسم الإنسان وتوجد متركزة فى الجدار الخارجى للثمرة (الغلاف الخارجى pericarp) بينما الـ β-كاروتين يتبع توزيعاً عكسياً.

وأثناء النضج تتحول البلاستيدات الخضراء chloroplasts إلى بلاستيدات ملونة chromoplasts ويختفى الكلوروفيل تماما خلال ٤ أيام على ٢٠°م أما الليكوبين فيصل إلى أقصاه فى حوالى ٦ أيام. وهناك زيادات صغيرة فى مستوى صبغات الكاروتين أثناء النضج. وتخليق الليكوبين فى أمثله عند ١٣ – ٢٢°م ويقل على درجات حرارة أعلا ويقف تماما فوق ٣٠°م. وفى هذه الحالة يصبح لون الثمرة أصفرا. وهناك طفرات كثيرة تؤثر على تخليق الصبغة ومنها مايحتفظ بالكلوروفيل عندما تنضج الثمرة مثل أصناف

إيفرجرين evergreen وجرين فليش green flesh. وهناك مورثات تزيد تركيز الليكوبين والـ β-كاروتين والكاروتينويدات الكلية.

أنظمة الإنتاج production systems

تظهر أصناف الطماطم نوعين من النمو: غير مُحَدَّد indeterminate ومُحَدَّد determinate. والأول أو الكرمى vine تستمر فى النمو والإزهار وتعقد الثمار طالما النباتات صحية وظروف النمو جيدة. وهى تتطلب دعامة وهى توجه إلى أوتاد stakes أو تعريشات trellises أو تعلق على خيوط من أسلاك فوقية. وعلى ذلك فمقدار كبير من العمل مطلوب خاصة فى التشذيب وهى تستخدم فى البيوت الزجاجية وتعطى ٢٥٠طن/هكتار وقد تزرع مائياً hydroponically وبذا يمكن ضبط التكوين المعدنى وتركيز الأملاح.

ومعظم الطماطم المزروعة لها نمو مُحَدَّد determinate وهو يضبط بمورث التشذيب الذاتى self-pruning. والنباتات لها جنبة مضمومة وتعقد الثمار على مدى فترة قصيرة حوالى شهر. وهى قد تنمو كمحصول أرضى فى الأجواء الجافة أو قد توجه إلى أوتاد أو تعريشات فى المناطق التى بها المطر مرتفع. والإنتاج على أوتاد أو تعريشات يسهل الرش لمقاومة الأمراض والأوبئة ويحتاج الأمر إلى قليل من التشذيب أو لاشىء على الإطلاق. والطماطم التى تنمى للتصنيع تنمى على طبقة مرتفعة والرى بالتنقيط مناسب جداً ويمكن أن يوفر الماء والمغذيات بكفاءة لمنطقة الجذور تبعاً لمتطلبات النبات.

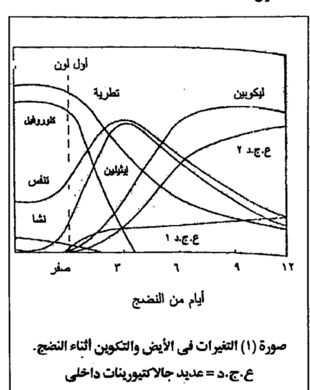
ويتم الحصاد للسوق الطازج باليد فتجمع الثمار فى مراحل التلون المبكرة على فترات كثيرة. وقد تم تطوير مكن للحصاد ولكنه لم يستعمل كثيراً خوفاً من الضرر الزائد للثمار وللوفر. ولكن تم عمل مكن يساعد على الجمع ويستخدم بكثرة وهذا المكن ينقل العمال بين الصفوف وينقل الثمار المحصودة إلى قواديس محمولة على المكن. والنباتات على الأرض تحصد من ١ إلى أربع مرات ومعظمها يحصد أخضراً وتحفظ الثمار الخضراء فى غرف إنضاج ذات درجة حرارة مضبوطة مع إضافة مستمرة للإيثيلين لإنقاص الزمن ليبتدىء النضج.

وفى البلاد حيث العمالة مكلفة فإن الطماطم التى ستعامل تحصد بالمكن عندما يكون معظم الثمار ناضجة تماماً. وهذا المكن يقطع الجنبات عن الأرض وترفع الجنبات إلى جهاز هز لتصل الثمار من الجنبات ثم توصل الثمار الى فراز لون آلى أو إلى أناس يركبون على المكنة الذين يزيلون التراب والثمار غير الناضجة أو زائدة النضج باليد. وتجمع الثمار فى قواديس كبيرة وتنقل مع مكن الحصد ثم إلى المصنع. ويتطلب ذلك أصنافاً لها الخواص الآتية: النباتات مضمومة compact والثمار تعقد وتنضج فى أثناء فترة محدودة والثمار تخزن جيداً على الجنبة عندما تكون ناضجة والثمار تنفصل بسهولة وتتحمل المتطلبات الفيزيقية لمكن الجمع. ويدفع المصنع للزارع على أساس المواد الصلبة الكلية فى الطن. وقد أمكن بطريقة وراثية فصل الثمار خالية من الكؤوس calyces أو سويقات pedicels.

نمو الثمار ونضجها fruit growth & ripening

تأخذ الطماطم ٦ - ٧ أسابيع من الإزهار للوصول إلى الحجم الكامل متوقفاً على درجة الحرارة. ويستمر إنقسام الخلايا لمدة أسبوعين بعد الإزهار ولكن معظم الزيادة فى حجم الثمار هو نتيجة تمدد expansion الخلايا. وفى الأصناف العادية فإن أول ظهور للون الأحمر أو الوردى عند نهاية الزهرة blossom end للثمرة يعلن إتمام النمو وإبتداء النضج. والدراسات بإستخدام ثمار محصودة فى الطور الأخضر الناضج أظهرت أن النضج يمتد يومين قبل تغير اللون الخارجى. وعلامة مبكرة للنضج هى زيادة طفيفة فى إنتاج الإيثيلين الذى يمكن قياسه بجهاز كروماتوجرافيا غاز حساس.

الطماطم ثمرة ذات نقطة تحول رئيسية climacteric وفيها النضج يصاحبه زيادة فى التنفس وإنتاج الإيثيلين (الصورة ١). والإيثيلين له دور أساسى فى إبتداء التغيرات الكيموحيوية المبكرة فى النضج وتكامل التغيرات التالية. وإختفاء النشا وهدم الكلوروفيل وتخليق الليكوبين والعبير وعديد الجالاكتيورونات polygalacturone وهو إنزيم محملئ لجدار الخلية تَكْمُل مع تغيرات فى التنفس وإنتاج الإيثيلين. وهذه التغيرات إما لاتحدث أو إنها تنقص فى الطفرات المضعفة للنضج. والثمار المنتجة بهجين ف١ F_1 من الطفرات مع الأصناف العادية لها صفات متوسطة فالثمار تنضج ولكنها قد لاتُطَوِر لوناً ونكهة مقبولين. وهذا يتوقف على الطراز الوراثى genotypic للأبوين. والفوائد تشمل معدل أبطأ فى النضج والتطرية بحيث أن الثمرة لها عمر رف أطول.



صورة (١) التغيرات فى الأيض والتكوين أثناء النضج.
ع.ج.د = عديد جالاكتيورينات داخلى

درجات حرارة التخزين
storage temperatures

الطماطم حساسة للتبريد وتخزين الثمار الخضراء على درجة حرارة أقل من ١٠ °م لمدة أكثر من عدة أيام يثبط النضج. والثمار المبردة بشدة لن تنضج عندما تعاد إلى درجات الحرارة العادية للنضج. وفى الفاكهة المبردة بدرجة أقل شدة فإن النضج قد يؤخر ولكن الثمرة تكون أكثر تعرضاً للفساد المرضى. وينصح بتخزين ونقل الطماطم على ١٢°م. والفاكهة التى تم تناولها بعناية وحصدت على مرحلة لون مبكرة قد تخزن حتى مدة ثلاثة أسابيع. والثمار الخضراء والملونة جزئياً يجب أن تنضج على ١٣-٢٢°م إلى المرحلة المرغوبة أما الثمار الناضجة فتخزن لمدة ٤ أيام على ٥°م.

جودة الحس sensory quality

كثير من البلاد عندها مقاييس جودة للطماطم الطازجة. ويشمل المعيار الحجم واللون والخلو من العيوب والفساد والحشرات. وليس هناك إختلافات كبيرة فى المكونات الكبرى مثل السكريات والحموضة بحيث يمكن إقامة مقاييس جودة موضوعية عليها. وضغط المنافسة لنقص مصاريف الإنتاج أدى إلى تبنى إنتاج على مدى واسع للأصناف المُحَدَّدَة determinate والتى تطرى ببطء ولها عمر رف طويل. والثمار الناتجة من هذه الأصناف الجديدة أحياناً إحتفظت بقوام خشبى جشب حتى عندما تكون كاملة اللون. وهذا يؤثر فى تقبل الطماطم حتى لو إحتوت على مستويات مثلى من السكريات والأحماض.

وقد أظهر البحث أن المذاق أهم فى النكهة عن العبير/الرائحة وهو يشمل التفاعل مابين السكريات الكلية وحموضة التنقيط والأصناف الحديثة بها حموضة كافية ولكن السكريات عادة منخفضة. ومن معززات المذاق مركبات النتروجين الأمينية خاصة الجلوتامات ومركبات أخرى غير معروفة تساهم فى "النكهة المميزة tang". وقياس المواد الصلبة الذائبة الكلية بالرفراكتومتر يعطى بيان تقريبى لمستوى مركبات المذاق حيث أن السكريات تكون أكثر من نصف الجوامد الذائبة ومع ذلك فإن قراءات الرفراكتومتر لاترتبط بالمذاق وإن تحسنت بإدخال حموضة التنقيط.

وبالرغم من هذه الحدود فإنه برفع المواد الصلبة الذائبة الكلية من المستوى العام ٤,٠ – ٤,٥٪ إلى أعلا من ٦,٠٪ يعطى تحسناً جوهرياً عالياً فى تقديرات النكهة. والأصناف التى لها إحتمال وراثى لتجميع تركيزات سكر عالية وبالتالى جوامد صلبة ذائبة كلية أساسية ولكن من الضرورى جعل ظروف النمو أمثل مايمكن لتمكين التعبير الكامل عن هذا الإحتمال الوراثى. وقد أجروا تجارب على إضافة كلوريد بوتاسيوم فى إنتاج الأصناف المزروعة فى الهواء الطلق أو كلوريد الصوديوم فى الزراعة المائية.

والمركبات الطيارة لها مستويات منخفضة فى الثمار الخضراء ولكن وجد ٢٠٠ مركب طيار فى الثمار الناضجة. ويعتقد أن ١٥ من هذه المركبات لها تأثير على نكهة الطماطم ومنها كحولات وألدهيدات وكربونيلات ومركبات كبريت. والطماطم التى لها مستويات عالية من الجوامد الذائبة تميل إلى إنتاج كميات كبيرة من العبير/الرائحة.

وتتأثر نكهة الطماطم بالمعاملة كثيراً. وإحدى خطوات المعاملة هى التعقيم بالحرارة حتى ١٠٠°م وتمسخ الإنزيمات وبالرغم من أن مركبات المذاق تبقى فإن مركبات العبير الطيارة الموجودة فى الثمار الطازجة تفقد. وتولد مركبات نكهة بطرق غير إنزيمية أثناء المعاملة. ونسبة كبيرة من الطماطم المعاملة تركز فى عجين يحتوى على الأقل ٢٤٪ جوامد كلية ويمكن أن يخزن لمدد طويلة قبل أن يحول إلى صلصة وكتشب وشوربة .

طراوة جدر الخلايا cell-wall softening

تحتوى جدر الخلايا على α-سيليولوز وبكتين وهيميسيليولوز وبعض البروتين. وأثناء النضج تطرى الثمرة ويصحب ذلك تغيرات فى البكتين

والهيميسيليولوز والسيليولوز نفسه يبقى كما هو. وتوجد عدة أيدرولازات hydrolases تهاجم جدر الخلايا وعديد الجالاكتيورونات الداخلى ع.ج.د endopolygalacturonase PG ينتج من جديد أثناء النضج (الصورة ١). ولكن مدى التطرية لايرتبط عن قرب بكمية الإنزيم الناتجة ولو أن الأصناف ذات الثمار المتماسكة firm عادة بها مقدار من الإنزيم أقل عن الأصناف ذات الثمار الطرية. ويعتقد أن هناك عدة عوامل تُحِد من عمل ع.ج.د فى الخلايا *in vivo* وهذه العوامل قد تشتمل على مدى الأسترة الميثيلية لعديد الجالاكتيورونات وكمية الكالسيوم المرتبط بالبكتين وتوزيع ع.ج.د PG فى جدر الخلايا.

وهناك ثلاثة مشابهات إنزيم متقاربة (ع.ج.د ١ (PG1)، (ع.ج.د ٢أ) (PG 2A) و (ع.ج.د ٢ب) (PG 2B). و ع.ج.د١ يتضمن تحت وحدة واحدة من ع.ج.د ٢أ أو ع.ج.د ٢ب بجانب تحت وحدة مساعدة نشطة غير إنزيمية. و ع.ج.د ١ هو أول ماينتج أثناء النضج وقد يكون الشكل النشط للإنزيم فى العينات. وقد أقترح أن تحت الوحدة المساعدة تلعب دوراً مفتاحاً فى ربط ع.ج.د ٢أ PG 2A أو ع.ج.د ٢ب PG 2B بالمادة الفعالة substrate. والأصناف الطبيعية تستمر فى تجميع كميات كبيرة نسبياً من ع.ج.د PG لعدة أيام بعد أن تصبح الثمرة كاملة النمو. والثمار التى لها عمر رف طويل تنتج أو تنتج بكميات قليلة ع.ج.د وتطرى ببطء جداً.

وكمية الـ ع.ج.د PG الموجودة فى الثمرة الناضجة مهمة للشخص الذى يعامل هذه الثمرة. فعامل مهم يحدد إتاء المنتجات مثل الكتشب والذى يصنع بالطن من الثمار الطازجة الخام هو اللزوجة (التلازج) فى الناتج. ومدى فك بلمرة البكتين لها تأثير كبير على اللزوجة. وعند سحق أنسجة الطماطم فإن الأحماض الموجودة فى الفجوات تخلب الكالسيوم المرتبط بالبكتين. و ج.د للنسيج المختلط يكون أمثلاً لنشاط ع.ج.د PG ويزال الكالسيوم الحامى من البكتين وهذا يصبح قابلاً للذوبان بسرعة مالم يمسخ الإنزيم. وخطوة أساسية فى تصنيع العجين هى "الهرس الساخن hot break" فيسخن نسيج الطماطم بأسرع مايمكن إلى ١٠٠°م لأن ع.ج.د PG يبقى نشطاً جداً حتى حوالى ٨٠°م. (Macrae)

طهر

طهارة

أنظر: علب ، نظف

طاس

طاووس peacock

أنظر: طرائد (طرد)

طاق

طاقة energy

التقدير الدقيق لقيمة الطاقة فى الغذاء ضرورى لدراسة أيض الطاقة وتوازنها ولمعاملة مشاكل سوء التغذية والبدانة. وحيث أن الجسم يؤكسد مكونات الأغذية فى عملية الأيض metabolism فالمسعر

الحرارى بالتفجير bomb calorimeter يحدد الطاقة المطلقة كنتيجة لأكسدة مباشرة لمكونات الغذاء وبذا يُمكِن من قياس قيمة الطاقة. وقيمة الطاقة المتحصل عليها هى "حرارة الإحتراق heat of combustion" وهى أقصى طاقة محتملة موجودة فى الغذاء وتسمى الطاقة الإجمالية gross energy وهذه الطاقة الإجمالية لاتسمح بأى فقد فى الطاقة نظراً لعدم الهضم الكلى أو أثناء الأيض.

وفى الدراسات الغذائية/التغذوية قيم الطاقة المستخدمة هى طاقة الأيض وهى الطاقة المتاحة للجسم من الغذاء. وهذه القيم عادة تحسب بإستخدام عوامل تحويل الطاقة مطبقة على محتويات الدهن والبروتين والكربوايدرات فى الغذاء وتأخذ فى الإعتبار نقص الطاقة المتوسط فى البراز والبول. ولدقة أكبر فإن النقص المعتاد فى الطاقة للبراز والبول يمكن أن ينقص من الطاقة الإجمالية والتى تحدد بالمسعر الحرارى التفجيرى لإعطاء طاقة الأيض. وفى دراسات أدق فإن طاقة الأيض تقاس بدلاً من حسابها بتقدير هذا الفقد فى الطاقة مباشرة.

أسس المسعر الحرارى التفجيرى فى تقدير قيم الطاقة فى الأغذية

principles of bomb calorimetry for the determination of energy values of foods

الأساس الذى يسمح بتقديرات قيم الطاقة بإستخدام المسعر الحرارى التفجيرى ينبنى على القانون الأول للديناميكا الحرارية. وأهم مصادر الطاقة فى الغذاء هى المكونات العضوية: دهن وكربوايدرات وبروتين مع مساهمات صغيرة من الكحول والأحماض العضوية وآثار من المواد العضوية مثل الزيوت المعدنية. والأغذية تتأكسد تماماً فى المسعر الحرارى التفجيرى لإعطاء المنتجات النهائية: ثانى أكسيد كربون وماء وأكسيدات نتروجين وكبريت وحرارة. وفى عملية المسعر الحرارى التفجيرى العينة تحترق بسرعة فى الأكسجين على ضغط متزايد وتقاس الحرارة المنتجة والجهاز يعاير بحمض بنزويك benzoic acid وهو مقياس كيماوى حرارى، وحرارة إحتراق تشتق للغذاء.

وأحياناً عندما يتطلب قياس مطلق لحرارة الإحتراق فإن تصحيحات تطبق للناتج المتحصل عليه فمثلاً: ١- إنتاج حمض الكبريتيك من الكبريت الموجود فى العينة. ٢- إنتاج حمض النيتريك أثناء الإحتراق. ٣- الإبتعاد عن الحالات القياسية للضغط أو درجة الحرارة للمواد المتفاعلة أو النواتج. ولأغراض تحديد قيم الطاقة للأغذية أو العينات البيولوجية فالتصحيحات السابقة عادة صغيرة بحيث يمكن تجاهلها.

أنواع الأجهزة المستخدمة

types of equipment used

هناك نوعان من المسعر الحرارى بالتفجير فى الإستخدام: (لاتبادلى) كاظم للحرارة adiabatic (بدون كسب أو فقد حرارة) وبالستى/قذفى ballistic. والكاظم للحرارة مفضل لدراسات التغذية الدقيقة والبالستى/القذفى يعطى تقديرات أسرع ولكن بدقة أقل.

تطور المسعر الحرارى التفجيرى

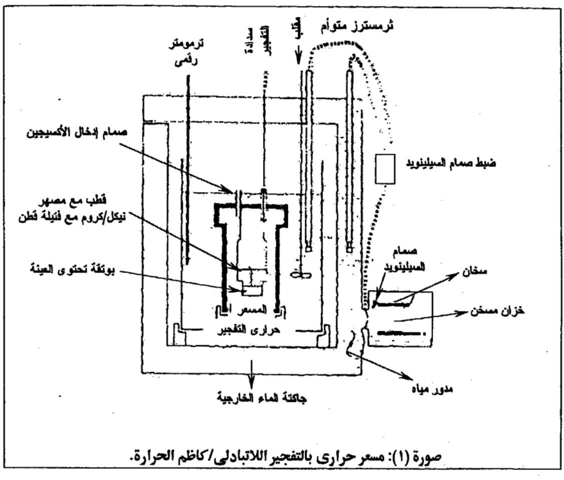
غرفة المسعر bomb chamber حيث يحدث إحتراق العينة تصنع من صلب لايتآكل وتغمر فى وعاء المسعر المملوء بالماء. والماء يقلب بإستمرار وتسجل درجة الحرارة قبل وبعد الإرتفاع كنتيجة للحرارة الناتجة عن الإحتراق. ومع التصحيحات الأولى للمسعر الحرارى التفجيرى كان من الضرورى تحديد تصحيح تبريدى cooling correction حيث أن بعض الحرارة الناتجة أثناء الإحتراق تفقد للهواء المحيط. وتقدير التصحيح التبريدى إشتمل على تسجيل درجات الحرارة الدقيقة على فترات محكمة precise مبتدئة على الأقل ٥ق قبل التفجير firing ويستمر حتى على الأقل ٥ دقائق بعد أن يبتدىء مرة أخرى معدل تغير ثابت فى درجة الحرارة. والمسعر الحرارى التفجيرى المستخدم حالياً مجهز بسخانات وهى بإستخدام نظام كهربى حساس تحافظ على جاكتة الماء الخارجية على نفس درجة الحرارة مثل تلك لوعاء المسعر خلال فترة العملية. وإستخدام فكرة الأديباتى/اللاتبادلى الكاظم للحرارة يمنع التبريد من وعاء المسعر وكذلك الحاجة للتصحيح التبريدى. وهذا يعطى النظام ميزات فوق التصميمات السابقة: ١- التقديرات أسرع وتؤدى إلى قلة التعب حيث أن قراءة درجات الحرارة بإستمرار غير ضرورية. ٢- القراءات يحتاج إلى أخذها بعد ثبات الأجهزة قبل وبعد إرتفاع درجة الحرارة الناتج عن الإحتراق. وقد تم ضبط درجة حرارة جاكتة الماء الخارجية بإستخدام خزان ماء يحقن ماءاً دافئاً فى الماء الذى يدور فى جاكتة الماء الخارجية.

إستخدام المسعر الحرارى بالتفجير اللاتبادلى/الكاظم للحرارة

operation of the adiapatic bomb calorimeter

قيمة الطاقة تقدر على عينة جافة متجانسة مضمومة فى بوتقة سابق وزنها وتوصل الأقطاب بمصهر سلك نيكل/كروم ولتسهيل الإحتراق تربط قطعة قطن إلى سلك وتوضع بإتصال مع العينة (أسفل). والبوتقة والأقطاب تلحم بحيث يمنع التسرب فى غرفة المسعر ويدخل الأكسجين إلى ضغط ٣٠٣٠ كيلو باسكال. وغرفة المسعر توضع داخل وعاء المسعر والذى يحتوى كتلة ماء ثابتة ويغلق غطاء المسعر وتسجل درجة حرارة الماء فى وعاء المسعر وبعد ثباتها تشعل العينة. والحرارة المتولدة بالإحتراق تطلق إلى القنبلة bomb (وعاء التفجير) والماء ووعاء السعر. وترتفع درجة حرارة ماء الجاكتة الخارجية بموازاة الماء الموجود فى وعاء المسعر حيث أن عناصر التسخين تنشط خلال ثرميستورات متوازنة توجد فى جاكتة الماء ووعاء المسعر. ويحصل على درجة حرارة جديدة ثابتة فى ٥ - ٨ق وتسجل درجة حرارة النهائية. وقدرة الحرارة (الحرارة المنطلقة لكل وحدة إرتفاع فى درجة الحرارة) للجهاز تحدد بإستخدام حمض البنزويك وإرتفاع درجة الحرارة المتحصل عليه من العينات يترجم إلى الطاقة المنطلقة. وهذا النوع من القنبلة bomb يسمح بالتصحيح لحمض الكبريتيك وحمض النيتريك إذا تطلب الأمر

بالجمع والتنقيط المزدوج لماء الغسيل من داخل غرفة القنبلة bomb. وهذه الطريقة غير ضرورية إلا إذا تحول الكبريت في العينة إلى حمض كبريتيك بدلاً من كب أ٢ مطلقاً كمية جوهرية من الطاقة.



صورة (١): مسعر حرارى بالتفجير اللاتبادلى/كاظم الحرارة.

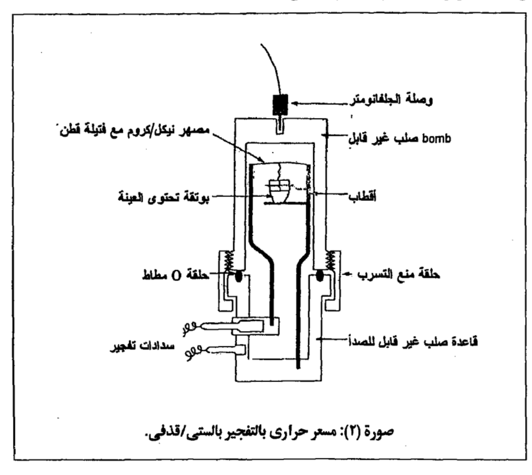
تطور المسعر الحرارى بالتفجير البالستى/القذفى
development of ballistic bomb calorimeter

يسمح هذا المسعر بإعطاء تقديرات أسرع لقيم الطاقة وهو يستخدم غلاف خفيف للقنبلة bumb. وبالتخلص من إستخدام وعاء المسعر المملوء بالماء وبالإحتراق فإن معظم الحرارة الناتجة تنقل إلى الأجزاء العليا لغلاف القنبلة وتقاس بإستخدام مزدوج حرارى thermocouple يتصل بمقياس. وليس هناك محاولة لقياس توازن درجة الحرارة للقنبلة. وفى نسخة الجهاز المحورة يتصل مزدوج حرارى بالغطاء ويوصل إلى جلفانومتر خلال مقاومة على التوالى series resistance وهذه القنبلة والمعروفة بإسم القنبلة الباليستية/القذفية ballistic bomb حُسِنَت بعد ذلك بخفض السعة الحرارية للغلاف العلوى.

ويظهر المسعر الباليستى/القذفى فى الصورة (٢). وإحتمالات الخطأ تشمل إختلافات فى: ١- ضغط الأكسجين. ٢- درجة الحرارة الأصلية/الأولية. ٣- وضع البوتقة فى القنبلة. وهذه عيرت على أمثل مستوى فى العمل.

عمل المسعر الحراري بالتفجير البالستي/القذفي

العينة والبوتقة والأقطاب تجمع في غرفة القنبلة كما في القنبلة الأدياباتية/اللاتبادلية/كاظمة الحرارة. ويدخل الأكسجين وبعد ثباته (٢٠ثانية) تشعل العينة ويحدث أقصى إنحراف على الجلفانومتر بعد ٤٠ ثانية. وإنحراف الجلفانومتر يترجم إلى طاقة منطلقة بالمعايرة calibration مع حمض البنزويك.



صورة (٢): مسعر حراري بالتفجير بالستي/قذفي.

مقارنة بين المسعر الأدياباتي/اللاتبادلي/كاظم الحرارة والمسعر البالستي/القذفي

القنبلة البالستية/القذفية لها دقة تبلغ ± ١,١٪ على ستة تقديرات مقارنة بـ±٠,١٪ على تقديرين للقنبلة الأدياباتية/اللاتبادلية/كاظمة الحرارة وقد نوقش أن الخطأ القياسي أقل من ± ٠,٥٪ من قيمة الطاقة ضروري لدراسات توازن الطاقة الدقيقة. وهذا المستوى من الدقة لايمكن الحصول عليه مع القنبلة البالستية/القذفية مالم يجرى حوالي ١٥ مرة. وللحصول على نفس الدقة من القنبلة البالستية/القذفية مثل تلك المتحصل عليها من الأدياباتية/اللاتبادلية فإنها يجب أن تكرر ست مرات. ولما كانت القنبلة البالستية/ القذيفة ٢-٣ مرات أسرع من القنبلة كاظمة الحرارة/ اللاتبادلية فهي على ذلك ليست بديل جاد لدقة دراسات توازن الطاقة. والجدول (١) يعطي متوسطات

حرارة إحتراق أو طاقات إجمالية لبعض الأغذية الكاملة والبروتين والدهن والكربوايدرات مقدرة بإستخدام المسعر الحراري بالتفجير bomb calorimeter.

جدول (١): متوسطات حرارة إحتراق الأغذية الكاملة من البروتين والدهن والكربوايدرات من بعض الأغذية المختلفة.

المادة	حرارة الإحتراق كيلوجول/جم (وزن جاف)
غذاء	
لحم بقري	٢٧,٢
لحم ضأن	٣٠,٠
لحم خنزير	٣٢.٨
فراخ ، سمك	٢٦,٤
بيض	٢٩,٧
زبد	٣٧,٠
لبن	٢٢,٨
خبز	١٩,٠
أرز	١٨,٣
شوفان/مبروم	٢٠,٢
بقول	١٨,٢
خضر طازجة	١٧,٦
فواكه طازجة	١٨,٤
بروتينات	
لحم أحمر	٢٣,٦
بروتين لبن	٢٣,٧
بروتين بيض	٢٤,١
جلوتين قمح	٢٤,٩
لجيومين	٢٤,٢
دهون	
دهن لحم	٣٩,٨
دهن خنزير	٤٠,١
زبد	٣٨,٨
زيت حبوب	٣٩,٠
نقل، زيت زيتون	٣٩,٧
كربوايدرات	
جلوكوز	١٥,٦
سكر قصب	١٦,٦
سكر لبن	١٦,٢
نشا	١٧,٥
سيليولوز	١٧,٥
جليكوجين	١٧,٥
عديد سكر غير نشوى	
حبوب	١٧,٥ (١٦,٧-١٨,٥)
خضر	١٦,٨ (١٦,٢-١٧,٩)
فاكهة	١٦,٥ (١٤,٩-١٧,٣)

حدود قيم الطاقة الإجمالية المتحصل عليها للأغذية

limitations of gross energy values obtained for diets

قيم الطاقة المقدرة لغذاء بإستخدام المسعر الحراري بالتفجير هي الطاقة التي تطلق عندما يتأكسد الوقود تماماً. وهذا التأكسد الكامل لايحدث في الجسم. وقيمة الطاقة المتحصل عليها للغذاء (طاقة إجمالية gross energy) لاتأخذ في الإعتبار هضمية أو أيض الطاقة في الغذاء بواسطة الجسم. والمعادلتان ١، ٢ تظهران العلاقة بين الطاقة

الإجمالية والهضمية والأيضية والبرازية والبولية بالتتابع

ط ج ، ط هـ ، ط أ ، ط ب ، ط ل

GE , DE , ME , FE , UE

ط ج – ط ب = ط هـ   (1) GE - FE = DE

وهضمية طاقة البروتين والدهن والكربوايدرات تعتبر حوالى ٩٧٪ ، ٩٥٪ و ٩٨٪ بالتتابع.

ط هـ – ط ل = ط أ   (٢) DE - UE = ME

وهذه الخطوة تشمل أحياناً فقد طاقة إضافى نظراً لغازات الإحتراق الناتجة أثناء التخمر غير الهوائى. والطاقة فى البروتين غير مؤيضة بالكامل فبعض المكونات النتروجينية المعطية للطاقة توجد فى البول. وقد قدر أتواتر Atwater حرارة الإحتراق لمكونات الأغذية ووجد أن البول يحتوى على ٥,٢٣ كيلو جول/جم (١,٢٥ كالورى/جم) من البروتين الممكن إمتصاصه إذا كان الشخص فى توازن نتروجينى.

والغرض المعتاد للحصول على قيمة طاقة هى الحصول على مقياس للطاقة التى يكتسبها الجسم من الغذاء أى قيمة طاقة الأيض. وطاقة الأيض يمكن أن تقاس بتحديد الطاقة الإجمالية للغذاء وطاقة البراز وطاقة البول (المعادلتان ١ ، ٢). ولكن تجميع وتحليل هذه المواد هو مستنفد للوقت وصعب خاصة فى الإنسان. والبديل الذى يستخدم كثيراً ولكنه أقل دقة يشتمل على إستخدام عوامل تحويل مناسبة للطاقة. وهذه يمكن إستخدامها لحساب طاقة الأيض من تكوين الغذاء أو ليصحح الطاقة الإجمالية المتحصل عليها من المسعر الحرارى التفجيرى bomb calorimetry لفقد الطاقة المعتاد فى البراز والبول.

وفى سنة ١٨٩٦ وضع أتواتر Atwater عوامل تحويل للطاقة لحساب الطاقة الأيضية المتحصل عليها من البروتين والدهن والكربوايدرات وهى ١٧، ٣٧، ١٧ كيلو جول/جم (٤، ٩، ٤ كيلو سعر/جم) بالتتابع والتى أخذت فى الإعتبار الفقد فى البراز والبول.

وبفرض أن هناك ٩٥٪ هضمية للغذاء يمكن تقدير طاقة الأيض من الطاقة الإجمالية (كيلوجول/جم) ومحتوى البروتين فى الغذاء (ن ؛ جم/كجم) كما فى المعادلة (٣) وهذه المعادلة مناسبة لتقدير الطاقة الأيضية ط أ ME فى الأغذية الغربية وهى منخفضة فى الألياف الغذائية:

ط أ = ٩٥ ط ج – ٣١,٨٨ ن   (٣)

$$ME = 0.95\ GE - 31.88\ N$$

ولكن ٩٥٪ هضمية ليست دائماً صحيحة خاصة فى الأغذية ذات المحتوى العالى من الألياف. فنظام بديل يعتمد على معادلة الإنحدار regression والتى أقترح أن تطرح قيم ١٦,٧ كيلو جول/جم (٤ كيلو سعر/جم) للكربوايدرات غير المتاحة (ك.غ.م UC) أو الألياف الغذائية. وهذه المعادلة (٤) إشتقت بإستخدام أغذية بها حتى ٣٠جم من الألياف الغذائية فى اليوم وعلى هذا فلها هذا الحد الأعلا

ط أ = ٠,٩٧٧ ط ج – ٢٧,٦ ن – ١٦,٧ ك.غ.م (٤)

$$ME = 0.977\ GE - 27.6\ N - 16.7\ UC$$

والمعادلة "٥" تأخذ في الإعتبار نقص هضمية الطاقة الإجمالية للأغذية gross energy diets عندما يزيد مستوى الألياف الغذائية (ل، ٪ F, %). وهذه المعادلة تُستَخدَم حيث يكُون تناول الألياف الغذائية أكثر من ٣٠جم/اليوم خاصة إذا كان الغذاء عالياً في الحبوب

ط أ = (٠,٩٥ – ل) ط ج – ٣١,٤ ن (٥)

$$ME = (0.95 - F)\ GE - 31.4\ N$$

واشتقت معادلة مبنية على تحليل إنحدار regression لعدة أغذية بما فيها تلك المحتوية على أكثر من ٣٠جم ألياف غذائية في اليوم. وهذه المعادلة (٦) تأخذ في الإعتبار تأثير الكربوايدرات غير المتاحة على محتوى طاقة الأيض في الغذاء. ويمكن إستخدامها في جميع الحالات فيما عدا الأغذية العالية في الحبوب وعلى ذلك فإن المعادلتين (٥ ، ٦) تكملان بعضهما

ط أ = ٠,٩٦ ط ج – ٩ ك.غ.م – ٣٠ ن (٦)

$$ME = 0.96\ GE - 9\ UC - 30\ N$$

ومعامل الإختلاف في هذه المعادلات ١٪ من ط ج GE. ولكن هناك عدم تأكيد حول مناسبتها للتنبؤ بـ ط أ لأغذية كبار السن والصغار جداً (تحت ٨ سنوات) والأشخاص في حالة الموت أو من الأجناس races المختلفة. ولما كانت معادلات الطاقة مقصود بها حساب الطاقة المتاحة للأغذية الكاملة فهي غير مناسبة لأغذية تحتوي معزولات أو مكونات جديدة والتي قد تقع خارج نطاق المعادلات.

وللحصول على قيمة دقيقة لـ ط هـ أو ط أ فحرارة الإحتراق للغذاء والبراز والبول يجب أن تقدر بواسطة المسعر. ومعظم الإختلاف في أيض غذاء أو مكوناته يأتي نتيجة إختلاف في هضمية الطاقة أكثر من الأيضية (فيما عدا مواد غير مؤيضة تماماً مثل السكريات الحديثة والتي يتم إفرازها في البول). ولذا فإنه أحياناً يكون كافياً وأكثر عملية في الدراسات البيولوجية الدقيقة أن تجرى القياسات من ط هـ – والتي لاتتطلب تجميع وتحليل عينات البول – بدلاً من ط أ.

والطاقة الهضمية هي الطاقة الممتصة من الأمعاء gut بينما الطاقة الأيضية (أو الطاقة المتاحة) هي نسبة الطاقة الممتصة والتي يؤيضها الجسم.

(Macrae)

إحتياجات الطاقة energy requirements

تقديرات إحتياجات الطاقة مطلوبة لتخطيط موارد الغذاء للمجاميع ولتخطيط الغذاء للأشخاص الذين يعيشون في مجموعات ولتقدير الغذاء ولتقدير الحالات الغذائية. والأسس المتبعة أقرتها هيئة الأغذية والزراعة وهيئة الصحة العالمية وجامعة الأمم المتحدة كما يلي:

إحتياجات الطاقة للشخص هي مستوى أخذ الطاقة من الغذاء والتي توازن صرف الطاقة عندما يكون هذا الشخص له حجم جسم وتكوين ومستوى نشاط فيزيقي متوافق مع صحة جيدة على المدى الطويل والتي تسمح بالإحتفاظ بنشاط فيزيقي مرغوب إجتماعياً وضروري إقتصادياً. وفي الأطفال والنساء الحوامل أو المرضعات فإحتياجات الطاقة تشمل إحتياجات الطاقة المفضلة بترسيب

deposition الأنسجة أو إفراز اللبن بمعدلات تتفق مع الصحة الجيدة.
وبقدر الإمكان فإحتياجات الطاقة يجب أن تحدد من تقديرات صرف الطاقة.

إحتياجات الطاقة للأشخاص البالغين والأطفال والمراهقين من ١٠ - ١٨ سنة

المكون الرئيسي لصرف الطاقة هو معدل الأيض الأساسي (ع.أ.أ BMR) basal metabolic rate والدليل النافع مع ع.أ.أ BMR هو وزن الجسم وهذا يختلف لكل كيلو جرام مع السن. وعلى ذلك فقد يُوصل إلى معادلات للتنبؤ بالـ ع.أ.أ BMR من أوزان الجسم لستة أوزان: صفر-٣، ٣-١٠، ١٠-١٨، ١٨-٣٠، ٣٠-٦٠، +٦٠ سنة.
ولتقدير إحتياج الطاقة لشخص فإن الـ ع.أ.أ BMR يحسب من وزن الجسم بإستخدام المعادلة المناسبة لكل سن وجنس ثم يضرب ع.أ.أ BMR بعامل يغطي تكاليف الطاقة لزيادة نشاط العضلات والنشاط الفيزيقي والتأثير الحراري للأغذية وحيث يكون لازماً إحتياجات الطاقة للنمو والإرضاع.
ومن المعلومات الموجودة عرفت تكاليف مختلف أنواع الوظائف كمضاعفات للـ ع.أ.أ BMR ثم حسبت إحتياجات الطاقة في ٢٤ ساعة. فمثلاً قيمة ١,٤ مرة قدر الـ ع.أ.أ BMR تحصل عليها لتغطي تكاليف الغسيل واللبس وفترات قصيرة للوقوف. فإذا أمضى ٨ ساعات في السرير على ١,٠ × ع.أ.أ BMR فإن الإحتياج للطاقة لمدة ٢٤ ساعة هو ١,٢٧ ع.أ.أ BMR. وهذا هو مستوى الصرف expenditure الذي يوجد فقط لشخص غير نشط تماماً معتمداً على غيره. وهذا لايتوائم مع صحة جيدة على المدى الطويل ولايسمح بالطاقة المحتاجة لكسب معيشة أو تحضير غذاء. وهذه سميت إحتياجات البقاء survival requirement.

جدول (٢): معادلات التنبؤ بـ ع.أ.أ BMR من وزن الجسم.

السن	الذكور		الإناث	
(سنة)	كيلوكالوري / يوم	مليون جول / يوم	كيلوكالوري / يوم	مليون جول / يوم
صفر - ٣	٦٠,٩ و - ٥٤	٠,٢٥٥٠ و - ٠,٢٢٦	٦١,٠ و - ٥١	٠,٢٥٥٠ و - ٠,٢١٤
٣ - ١٠	٢٢,٧ و + ٤٩٥	٠,٠٩٤٩ و + ٢,٠٧	٢٢,٥ و + ٤٩٩	٠,٠٩٤١ و + ٢,٠٩
١٠ - ١٨	١٧,٥ و + ٦٥١	٠,٠٧٣٢ و + ٢,٧٢	١٢,٢ و + ٧٤٦	٠,٠٥١٠ و + ٣,١٢
١٨ - ٣٠	١٥,٣ و + ٦٧٩	٠,٠٦٤٠ و + ٢,٨٤	١٤,٧ و + ٤٩٦	٠,٠٦١٥ و + ٢,٠٨
٣٠ - ٦٠	١١,٦ و + ٨٧٩	٠,٠٤٨٥ و + ٣,٦٧	٨,٧ و + ٨٢٩	٠,٠٣٦٤ و + ٣,٤٧
+ ٦٠	١٣,٥ و + ٤٨٧	٠,٠٥٦٥ و + ٢,٠٤	١٠,٥ و + ٥٩٦	٠,٠٤٣٩ و + ٢,٤٩

و = وزن الجسم.

وقد إستخدم هذا لحساب إحتياجات الطاقة لمختلف طرق الحياه ومختلف مستويات الوظائف. فللبالغين إحتياجات الطاقة الكلية تقدر بمجموع الطاقة المحتاجة للـ ع.أ.أ BMR والطاقة الإضافية المحتاجة لنشاطات خاصة. والتكاليف الإضافية للنشاطات الخاصة تقدر من معرفة الوقت الذى يمضى فى مختلف النشاطات وتكاليف الطاقة المقدرة. ولو أن تكاليف الطاقة الإجمالية للنشاطات الخاصة – مثل الحفر والخياطة والتجديف – قد تكون عالية جداً أثناء عمل هذا النشاط فهو لايستمر كثيراً لمدة طويلة. وتكاليف الطاقة للنشاط يخفف بأى وقت يمضى بمجرد القعود أو الوقوف. والمتوسط اليومى لإحتياجات الطاقة ينقص بساعات النوم. ومتوسط إحتياج الطاقة اليومى للبالغين المتحصل عليه موجود فى الجدول (٣).

جدول (٣): متوسط إحتياج الطاقة للبالغين الذى عملهم قُسِّمَ إلى خفيف ومتوسط وثقيل معبر عنها بمضاعفات للـ ع.أ.أ BMR.

	خفيف	متوسط	ثقيل
رجال	١,٥٥	١,٧٨	٢,١٠
نساء	١,٥٦	١,٦٤	١,٨٢

وهذه الأرقام معبر عنها كمضاعفات للـ ع.أ.أ BMR عرفت بالإشارة إليها كمستويات نشاط فيزيقى (س.ن.ف PAL physical activity level.

وتقديرات الطاقة للمراهقين مبنية على نفس أسس البالغين ويضاف ٥٪ سماح لكلٍ وهذا هو متوسط تكاليف كسب الوزن.

إحتياج الطاقة للأطفال من ٣ – ١٠ سنة

إحتياجات الطاقة أسِسَ على أساس بيانات مأخوذ الطاقة المتحصل عليها من المسح الغذائى. واقترح إضافة ٥٪ للحصول على مستوى مرغوب من النشاط الفيزيقى.

إحتياجات الطاقة للأطفال (من المولد إلى ١٢ شهراً)

قُدرت الإحتياجات هنا على قياسات المأخوذ حيث إحتياجات النمو جوهرية، ولكنها مُكَون مختلف من الطاقة المحتاجة. وأضيف ٥٪ للمأخوذ الملاحظ للسماح لتحت التقديرات المدركة للمأخوذ من لبن الأم فى السنة الأولى من الحياة وللسماح لمستوى مناسب من النشاط الفيزيقى فى السنتين الثانية والثالثة. (Macrae)

قياس فقد الطاقة

measurement of energy expenditure

الطاقة تطلق من مواد التفاعل الغذائية ومخزون الجسم بالأكسدة، وتبدو إما كحرارة أو خلال أداء عمل ميكانيكى فهذه الطاقة يمكن قياسها إما مباشرة بقياس الطاقة المبددة كحرارة أو عمل أو غير مباشرة بقياس معدلات أكسدة مادة التفاعل. وهى تعرف بأسماء الكاليرومترية/قياس كمية الحرارة المباشرة وغير المباشرة بالتتابع.

وكلا هاتين الطريقتين يضع قيوداً على الشخص الذى يتم دراسته. وهذه قد تكون نافعة فى كثير من الدراسات المنضبطة. ولكن حيث تقدير نفقة الطاقة للحياه الحرة مطلوب فإن تقنيات ثانوية غير مباشرة – ينقصها جودة القياسات الأولية ولكن

يعتمد عليها للتحقيق أو المعايرة - يجب أن تستخدم. وهذا يشمل إنتاج تقدير ثاني أكسيد الكربون من تحول مشابهات الأيدروجين والأكسجين ^{2}يد، ^{18}أ في ماء الجسم وتقدير نفقة الطاقة من قياسات معدل القلب أو من سجلات النشاط.

الكاليرومترية/قياس كمية الحرارة مباشرة
direct calorimetry

تبدد الحرارة من الجسم بواسطة طرق تبخيرية وطرق غير تبخيرية (خلال فقد المياه بالتنفس والعرق وبالإشعاع والتوصيل والحمل). وهذه المكونات تقدر معاً مع الحرارة المولدة في الشغل الخارجي بقياس دفق الحرارة من مسعر وهو عبارة عن غرفة مهواه تحتوى الشخص. أما دفق الحرارة غير التبخيرى non-evaporative فعادة يقاس بواحد من تقنيتين: طبقة التدرج gradient layer أو مسعر تجمع الحرارة heat sink calorimetry. ودفق الحرارة التبخيرى evaporative يقاس إما عن طريق ماء التكثيف الناتج من الشخص أو بقياس بخار الماء المضاف إلى هواء التهوية ventilating air.

قياس فقد الحرارة غير التبخيرى
non-evaporative heat loss measurement

كاليرومترية/قياس كمية حرارة طبقة التدرج
gradient heat calorimetry

قياس كمية حرارة طبقة التدرج يقيس دفق الحرارة خلال حيطان المسعر. فتنشأ الحيطان من مادة رفيعة جاسئة rigid مثل راتنج إيبوكسى مقوى بالزجاج وبإنسياب الحرارة خلال الحائط فإن تدرجاً في درجة الحرارة يتكون خلال الحائط وهذا يقاس بواسطة طبقات إحساس درجة الحرارة temperature-sensing layers موزعة على سطوح الجدر الداخلية والخارجية. وهذه الطبقات قد تكون ترمومترات مقاومة مكونة بِحَفْر etching أفلام نحاس مرتبطة مع كل جانب من مادة الجدار، أو في شكل عمود حرارى/ ثرموبيل thermopile مع الوصلات "الساخنة" على جانب من الجدار والوصلات "الباردة" على الجانب الآخر. والعلاقة بين متوسط تدرج درجة حرارة الجدار ودفق الحرارة يوجد تجريبياً بالمعايرة مع دخل حرارة معروف إلى المسعر. ولضمان أن دفق الحرارة المقاس يأتى فقط من الشخص فإن معدل التغير في محتوى الحرارة للمسعر يجب أن يكون أقل كثيراً عن دفق الحرارة من الشخص وهذا يحقق بتثبيت درجة الحرارة الخارجية للجدار بواسطة جاكتة ماء. ودرجة حرارة الماء تضبط لتجنب معدلات تغير لدرجة حرارة زيادة عن ٠,٠٠١ °م/ق.

مسعر تجمع قياس كمية الحرارة
heat sink calorimetry

في مسعر تجمع الحرارة تحول الحرارة المفقودة عن غير طريق التبخير من الشخص بتدوير الهواء داخل المسعر إلى مبادل حرارى مبرد بالماء. والجدر المعزولة جيداً تجعل تدرج درجة الحرارة عبر الجدر يتجاوب جداً للتغيرات في فقد الحرارة من الشخص. وبالتالي يمكن الإحساس بالتدرج ويُسْتَخْدَم لضبط درجة حرارة الماء الداخل إلى

المبادل الحرارى بحيث أنه يزيل حرارة من المسعر بمعدل يجعل فقد الحرارة أقل مايمكن خلال الجدار وبذا يساوى دفق الحرارة غير التبخيرى من الشخص. وإرتفاع درجة الحرارة فى الماء المار خلال المبادل الحرارى يعطى قياساً لمعدل إزالة الحرارة من المسعر عندما يقارن بإرتفاع درجة الحرارة المحث فى نفس الماء بواسطة مسخن كهربائى له قوة إدخال معروفة. كما مع مسعر طبقة التدرج gradient heat calorimeter فإن معدل التغير فى محتوى الحرارة فى المسعر يجب أن يُجْعَل أقل مايمكن، ولكن نظراً للمقاومة الحرارية الأعلا لجدر مسعر تجمع الحرارة فهذا يمكن تحقيقه بضبط درجة حرارة الهواء المحيط به إلى ± ٠,٢٥ °م مما يجنب الإحتياج لجاكتة ماء.

قياس فقد الحرارة التبخيرى
evaporative heat loss measurement
قياسات التكثف
condensation measurements

الهواء الداخل للمسعر أولاً يشبع ثم يبرد إلى درجة حرارة نقطة ندى ثابتة بإمراره على مبادل حرارى مبرد بالمياه. والهواء التارك للمسعر يمرر على مبادل حرارى مماثل ليرجعه إلى درجة حرارة نقطة الندى الأصلية. والحرارة المستخلصة من الهواء الخارج هى فقد الحرارة بالتبخير + مكون غير تبخيرى والذى يمكن إستنتاجه من قياسات إنسياب الهواء ودرجات الحرارة أو بقياس الحرارة المضافة للهواء بعد المبادل الحرارى الداخل ingoing لإيصالها إلى درجة حرارة المسعر. ويجب عمل تصحيحات فى قياس فقد الحرارة التبخيرى للفرق بين الحرارات الكامنة للتبخير على درجة حرارة الجسم ودرجة حرارة التكثيف.

قياس طور البخار
vapor phase measurements

معدل فقد الحرارة التبخيرى يمكن أن يعبر عنه كحاصل ضرب معدل إنتاج البخار والحرارة الكامنة للتبخير. وإنتاج بخار الماء يمكن حسابه من قياسات لضغط البخار والضغط الكلى (الجوى) ومعدل إنسياب الهواء الذى يهوى المسعر. والضغط البخارى يمكن إستنتاجه من قياسات درجة حرارة نقطة الندى والتى يمكن جعلها إلى ± ٠,١ °م بواسطة آلات تجارية.

قوى وتحديدات الكاليرومترية المباشرة
the strength & limitations of direct caorimetry

قياسات إنتاج الحرارة الكلى فى المسعرات المباشرة يمكن أن يكون جيداً جداً معطياً نتائج متكررة فى حدود ١٪ من قياسات المعايرة. وزمن الإستجابة سريع جداً خاصة لأنظمة طبقة التدرج مستخدماً طرق تكثف لقياس مكون الحرارة التبخيرى. والتجزئة بين فقد الحرارة إلى مكونات تبخيرية وغير تبخيرية من الصعب بيانه لأن بعض الحرارة الكامنة لحرارة التبخير قد توفره البيئة بدلاً من الشخص. وقياس كمية الحرارة/ الكاليرومترية المباشر يمكن أن يكون شىء من قوة الإجبار *tour de force* والذى يشرح جزئياً التحرك

نحو الكاليرومترية غير المباشرة فى السنين الأخيرة. كما أن هناك صعوبات عملية فالحرارة المبددة داخل المسعر من مصادر غير الشخص يجب أن تقاس. وهذه المصادر والتى تشمل تبادل حرارى إشعاعى خلال النوافذ والحرارة المبددة من الوجبات والمشروبات قبل أن تستهلك وفقد الحرارة من مُبْرَزَات الجسم قد تساهم بمقدار ١٥٪ من الحرارة المقاسة كلها. والكاليرومترية المباشرة لازال لها دور مع الكاليرومترية غير المباشرة فى دراسة توازن الحرارة ولكن هذه الآن مساحة صغيرة نسبياً "فى الإهتمام البحثى". ولدراسات تنظيم الطاقة فقد حلت الكاليرومترية غير المباشرة محل الكاليرومترية المباشرة بسبب تميزها الواضح فى الإضافة – إلى قياس فقد الطاقة – قياس معدلات الأكسدة لمواد التفاعل الرئيسية للطاقة.

قياس كمية الحرارة /الكاليرومترية غير المباشرة
indirect calorimetry

تقيس الكاليرومترية غير المباشرة نفقة الطاقة بتقدير معدلات الأكسدة لمواد التفاعل الأساسية للطاقة – الدهن والكربوايدرات والبروتين – من معدلات تبادل التنفس للأكسجين وثانى أكسيد الكربون ومن الإفراز البولى للمركبات النتروجينية. والتبادل التنفسى يمكن أن يقاس فى الهواء المتنفس مباشرة خلال قناع أو قطعة فم فى الهواء المنساب خلال غطاء canopy مهوى على رأس الشخص أو فى الهواء المهوى لغرفة صغيرة والتى يمكن أن يعيش فيها الشخص لبعض الوقت. والقياسات والحسابات المطلوبة كلها نفس الشىء – أساساً – فى كل هذه الحالات.

قياسات معدل تبادل الغازات
gas exchange rate measurement

المتغيرات التى يجب قياسها لحساب معدلات تبادل الأكسجين وثانى أكسيد الكربون عند درجة الحرارة والضغط القياسين د.ح.ض.ق STP تحت ظروف جافة هى كمايلى: معدل تهوية الشخص أو الحيز الموجود به، تركيزات الأكسجين وثانى أكسيد الكربون المتنفس شهيقاً وزفيراً بواسطة الشخص أو تركيزات الأكسجين وثانى أكسيد الكربون الداخل أو الخارج من الحيز الموجود به؛ ومحتوى الرطوبة ودرجة الحرارة والضغط للهواء المهوى عند النقطة التى يقاس عندها معدل إنسيابه. ويفترض أن المتغيرات الغازية فقط هى الأكسجين وثانى أكسيد الكربون وبخار الماء أى أن النتروجين والمكونات الصغرى للهواء غير نشطة أيضياً. ومعدلات تبادل الغاز فى الهواء المتنفس مباشرة أو فى الأغطية canopies المهواة تحسب فى ضوء term حاصل ضرب معدل التهوية وتركيز تغيرات الغاز المولدة بواسطة الشخص فى هواء التهوية.

وعند عمل القياسات فى غرفة فإن هذا لايعطى نتائجاً تعكس مباشرة تبادل الغاز للشخص. ومصطلح إضافى فحاصل ضرب حجم الغرفة ومعدل التغير فى تركيزات الغازات يحتاج إليه لحساب المعدل الذى عنده حجم الأكسجين أو ثانى أكسيد الكربون المخزون فى هواء الحجرة يتغير بواسطة الشخص. وبإضافة هذا المصطلح مع تحليل محكم جداً لتركيزات الأكسجين وثانى أكسيد الكربون فإن قياسات نافعة لمعدلات أكسدة مادة التفاعل ونفقة الطاقة يمكن أن تعمل على فترات قصيرة

حتى ٣٠ق فى غرفة حجمها ١٥٠ مرة أكبر من الشخص الموجود داخلها.

قياس معدلات أكسدة مادة التفاعل

measurement of substrate oxidation rates

أكسدة البروتين عملية لانهائية لأن المركبات النتروجينية المتبقية - اليوريا وحمض اليوريك والأمونيا ...الخ - تفرز. وإفراز النتروجين البولى يبين معدل أكسدة البروتين ومنه يمكن إستنتاج التبادلات المرتبطة للأكسجين وثانى أكسيد الكربون. وعندما تطرح هذه من تبادلات التنفس الكلية يبقى تبادل الغازات غير البروتينية. ومن هذه يمكن حساب معدلات أكسدة الدهن والكربوايدرات. والنتروجين البولى يمكن قياسه بعدة طرق ولكن أكثرها إستخداماً طريقة كلداهل Kjeldahl. والإحكام الذى يمكن الحصول عليه لقياسات أكسدة الدهن والكربوايدرات التى تجرى على مدى ٣٠ق داخل حجرة المسعر هى ٠,٤ - ٠,٧ جم. والأرقام الدقيقة المقابلة هى ± ٣، ± ٦٥.جم بالتتابع لنشاط شخص بالغ مستقر sedentary.

حساب نفقة الطاقة

calculation of energy expenditure

بمعرفة معدلات أكسدة مواد التفاعل فإن الطاقة المنفقة يمكن حسابها من جميع نواتج مواد التفاعل المتأكسدة وكثافات طاقاتها. ويمكن الوصول إلى قياس نفقة طاقة بدقة ±١٪ أو أحسن بهذه الطريقة. وأكسدة البروتين كثيرا ماتسبب فى نسبة صغيرة ثابتة نسبيا من نفقة الطاقة الكلية (١٢ - ١٥٪) وبذا يمكن تقديرها بدلا من قياسها. وبجانب ذلك فإن إنتاج الحرارة لكل لتر من الأكسجين يستهلك بواسطة أكسدة الدهن أو الكربوايدرات هو تقريبا متشابه وبذا فنفقة الطاقة يمكن تقديرها بحوالى ±٢,٥٪ من إستهلاك الأكسجين وحده على مدى من المعدلات التى تقابل عادة فى أكسدة الدهن إلى أكسدة الكربوايدرات.

قياس نفقه الطاقة فى الأشخاص حُرّى المعيشة

measurement of energy expenditure in free-living subjects

الماء مزدوج الرشم

doubly labelled water

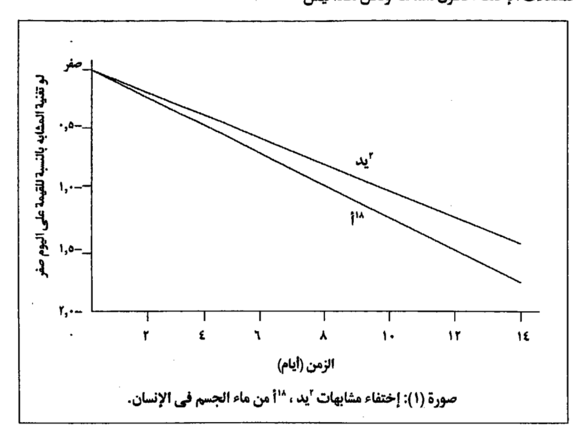
إنتاج ثانى أكسيد الكربون يمكن أن يقاس وبالتالى نفقه الطاقة يمكن أن تقدر من الإختلاف بين معدلات إختفاء الأيدروجين والأكسجين المروشمين labelled فى ماء الجسم. وحجم الماء فى الجسم يمكن أن يقاس بتخفيف المشابهات isotopes فى ماء الجسم وهذه تقنية إستخدمت طويلا فى دراسات تكوين الجسم. وفى هذه الطريقة كميات صغيرة من الماء المروشم بمشابهات ثابتة من الأيدروجين أو الأكسجين (٢يد أو ١٨أ) تعطى عادة عن طريق الفم وحجم ماء الجسم يحسب من المعادلة

المشابه المعطى = تركيز المشابه الذى وجد × فاصل space تخفيف المشابه.

isotope given = isotope concentration found x isotope dilution space

والعلاقة تفترض أن المشابه يوزع نفسه لحظيا/فوريا فى ماء الجسم كما يحدث مع صبغة علامة عندما

توزع نفسها فى قارورة ماء. وعملياً فإن ماء الجسم يستمر فى أن يُفْقَد ويزود بأخذ الماء فإن تركيز المشابه يقع بمعدل أسى من قيمته الأصلية. ويمكن أن يتوقع فى هذه الحالة حيث أن كلا من مشابهات الأيدروجين والأكسجين تُرَوْشِم ماء الجسم فمعدلات الإختفاء تكون متماثلة ولكن هذا ليس الحادث. فكل مشابه له معدله الثابت فى الإختفاء (ثيد ، ثأ، k_O & k_H) (الصورة ١). بجانب أن فواصل توزيع المشابهات (ىيد ، ىأ، V_O & V_H) مختلفة قليلاً أساساً لأن ذرات الأيدروجين فى الماء تتبادل بسرعة مع تلك فى البروتينات.



صورة (١): إختفاء مشابهات ٢يد ، ١٨أ من ماء الجسم فى الإنسان.

والأصل فى معدلات إختفاء المشابه فى تبادل محفز بالأنهيدراز-الكربونى carbonic-anhydrase-catalysed للأكسجين فى الماء مع الأكسجين فى ثانى أكسيد الكربون وهو ناتج نهائى لمواد تفاعل أكسدة الطاقة. والأكسجين المُرَوْشَم يمكنه أن يترك الجسم إما كماء أو ثانى أكسيد كربون بينما الأيدروجين يمكن أن يترك فقط كماء. والإختلاف بين معدلات إختفاء الأيدروجين المروشم والأكسجين المروشم يعطى مقياساً لإفراز ثانى أكسيد الكربون (ك أ٢، CO_2) والذى يعبر عنه كالآتى:

فـ ك أ٢ = (ثأ ىأ – ثيد ىيد) ÷ ٢

$$F_{CO_2} = (k_O V_O - k_H V_H) / 2$$

والعامل ٢ هو لأن جزئ من ثانى أكسيد الكربون يكافىء جزيئين من الماء.

الطريقة عملياً method in practice

الطريقة المستخدمة فى تطبيق طريقة الماء مزدوج الرشم هى أن الشخص يوفر أولاً عينة من ماء الجسم (عينة بول مثلاً) لقياس خلفية مستويات المشابه ثم يشرب جرعة المشابه وعينات من البول الناتج على مدى الأيام القليلة التالية يحتفظ بها للتحليل. وعدد العينات المحتاج إليها لايقل عن إثنين واحدة بالقرب من إبتداء التجربة وواحدة ٢-٣ نصف عمر بيولوجى من المشابه لما بعد، بالرغم من أن إحكام تقدير إنتاج ثانى أكسيد الكربون يمكن أن تحسن بأخذ عينات أكثر خلال هذه الفترة. ونصف العمر البيولوجى للمتتبع المقتفى tracer هى الوقت الذى تأخذه تركيزات المشابه لتقع إلى نصف قيمتها الأصلية. وفى الإنسان هذا قد يختلف من ٣ أيام للنساء المرضعات فى البلاد الإستوائية إلى ١٤ يوم فى الأشخاص الغربيين كبار السن. ومتوسط قيم دقة طريقة مقارنة قياس إنتاج ثانى أكسيد الكربون المقاس خلال دراسات كاليرومترية الجسم الكامل فى الإنسان تتراوح مابين -٨,٧٪ إلى +١,٩٪، وفى إستخدام الحقل الروتينى فالدقة أحسن من ٥٪.

ولحساب نفقه الطاقة من معدلات إنتاج ثانى أكسيد الكربون فإن الطاقة المكافئة لثانى أكسيد الكربون (ط ك ا٢ Eeq_{CO_2}) يحتاج الأمر إلى تقديرها ويمكن أن يعبر عنها فى كيلوجول/لتر كالآتى:

ط ك ا٢ = (١٥,٤٥٧ ÷ ع ن) + ٥,٥٧٣

$$Eeq_{CO_2} = (15.457 / RQ) + 5.573$$

ومعدل التنفس (ع ن RQ) هو نسبة إنتاج ثانى أكسيد الكربون لإستهلاك الأكسجين. والطاقة المكافئة لثانى أكسيد الكربون بعكس تلك الخاصة بالأكسجين تختلف جوهرياً مع خليط من مواد التفاعل التى يتم أكسدتها. وقيم ع ن RQ قد تتراوح بين ٠,٧ إذا كان الدهن هو مصدر كل الطاقة إلى ١,٠ إذا أتت كل الطاقة من الكربوايدرات. وعملياً فمتوسطات عوامل التنفس ن ع RQ المحافظ عليها خارج المدى ٠,٨ - ٠,٩ نادرة، وفى أشخاص قريبين من توازن الطاقة فـ ع ن RQ يمكن أن تستدل بثقة أكبر من هذه، من معرفة تكوين غذاء الشخص.

معدل القلب heart rate

إستجابة معدل القلب لإختلافات فى مستوى النشاط أدى إلى محاولات عديدة لربط معدل القلب إلى نفقه الطاقة وبالتالى تقدير نفقه الطاقة لحُرّى المعيشة free-living. وعموماً فهذه الطريقة تشمل تطوير علاقة شخصية بين نفقه الطاقة للشخص مقاسة تحت ظروف المعمل بإستخدام الكاليروميترية المباشرة وفى نفس الوقت قياس معدل القلب. ونفقه الطاقة تُعَدّل أثناء عملية المعايرة هذه بتغيير نشاط الشخص من الراحة فى السرير إلى الجلوس أو الوقوف إلى ركوب الدراجة أو عمل شاق على درجات مختلفة من الشدة. ونفقه الطاقة تزيد قليلاً عندما يزداد معدل القلب بواسطة تغيرات وضع الإنسان، ولكن نفقه الطاقة ومعدل القلب كلاهما يستجيب لنسبة شدة الزيادة فى التمرينات الديناميكية. وهناك عدة تقنيات إستخدمت لوصف هذه العلاقة بين نفقه الطاقة ومعدل القلب. وكثير منهما يستخدم تقريب طولى

بالقطعة piecewise ويحاول معرفة النقطة التى عندها يمكن عمل الإنتقال من خط "الراحة" إلى خط "التمرين". وطريقة أحسن ولكنها رياضياً أكثر تعقيداً هى أن يُجْبَر منحنى ليوافق بيانات المعايرة آخذا خطوطاً مقاربة asymptote خلال بيانات الراحة والتمرين.

وطريقة معدل القلب توفر معلومات كيفية ممتازة عن نفقه الطاقة ويمكنها التنبؤ بمتوسط نفقه طاقة ٢٤ ساعة فى ثمانية أشخاص مقاسة بواسطة كالوريمترية الجسم الكامل إلى أحسن من ١٠٪، مع أن دقة التنبؤ للأشخاص إختلفت كثيراً. وفقط مع التطور الجديد لتقنية الماء مزدوج الرشم doubly labelled water فإن صحة التأويل من معايرة المعمل إلى نفقه الطاقة فى الحقل يمكن أن يختبر بكفاءة. ومع ذلك فإن قياس معدل القلب سيبقى تقنية نافعة لدراسة نفقات الطاقة النسبية للمجموعات عندما تمنع الإعتبارات الإقتصادية إستخدام الماء مزدوج الرشم.

تسجيل النشاط activity recording

يمكن أن تقدر نفقه الطاقة من سجلات نشاطات يحفظها الشخص أو شخص آخر. والمسجلات تستخدم فى قياسات الزيادة أو فى التنبؤ بنفقه الطاقة عند الراحة بفرض أرقام نفقه الطاقة لكل نشاط مسجل والذى يمكن أن يجمع ليعطى الطاقة الكلية المبذولة خلال فترة ما. وكما فى معدل القلب فالتقديرات تعطى نتائج وصفية جيدة مناسبة للمقارنة مع نفقه الطاقة للمجموعات.

(Macrae)

نفقه الطاقة وتوازن الطاقة

energy expenditure & energy balance

الأيض الأساسى يمكن أن يقاس بسهولة نسبية وبإحكام وطرح الأيض الأساسى من نفقه الطاقة الكلية اليومية (ن.ط.ك.ى TDEE) total daily energy expenditure يعطى نفقه الطاقة الناتجه عن النشاط الفيزيقى وتوليد الحرارة thermogenesis (أنظر أسفل).

وتوازن الطاقة يمكن أو يوصف بالمعادلة:

تناول الطاقة (ل.ط) – نفقة الطاقة (ن.ط) =

التغير فى مخزون الطاقة (Δخ.ط)

energy intake (EI) - energy expenditure (EE) = change in energy stores (ΔES)

وحيث أننا نأكل متقطعاً ولكن ننفق طاقة بإستمرار فنحن نتبادل بين توازن طاقة موجب بعد الوجبات وتوازن طاقة سالب بين وقبل الوجبات. وعلى ذلك فتوازن الطاقة يجب أن يعبر عنه على فترة من الزمن عادة ٢٤ ساعة. والطاقة المودعة فى النمو فى المولود الجديد قد تكون ٣/١ مأخوذ الطاقة ولكن فى ستة أشهر تصبح أقل من ٥٪. والدهن المكتسب حوالى ١٠كجم والذى يحس به بين سنى ٢٠ ، ٥٠ سنة يتطلب فقط ٠,٠٠١٪ من مأخوذ الطاقة. ووجود توازن طاقة – لاكسب ولافقد طاقة أو دهن أو وزن – لايمكن أن يفسر بأنه علامة جيدة لحالة الطاقة الغذائية. فالسمين وأشخاص منقوصى التغذية undernourished يكونان غالباً فى حالة ثابتة فلايكسبون أو يفقدون طاقة. وفقط أثناء الحالة الديناميكية أن القلق/التشويش perturbation المتوقع فى توازن الطاقة يصبح واضحاً.

مكونات نفقه الطاقة: الأيض الأساسي والنشاط وتوليد الحرارة

components of energy expenditure: basal metabolism, activity & thermogenesis

يُعَرف معدل الأيض الأساسي (ع.أ.أ BMR) كنفقة الطاقة عند راحة الجسم الكلية في بيئة متعادلة حرارياً thermoneutral ١٢ - ١٨ ساعة بعد الوجبة الأخيرة. وهذه ظروف نادراً ماتوجد في الحياه اليومية. وهي تقابل عند الإستيقاظ في الصباح عندما يكون ع.أ.أ BMR أحسن مايقاس: ع.أ.أ BMR يصل إلى ٤,٢ كيلو جول (١كيلو سعر) /كجم من وزن الجسم كل ساعة في الرجال ، ٣,٨ كيلو جول (٠,٩ كيلو سعر) / كجم / ساعة في النساء أي حوالي ٤,٢ كيلو جول/ق.

والمقارنة بين النشاطات يمكن أن تجرى بواسطة نسبة النشاط الفيزيقي (ن.ن.ف PAR physical activity ratio أي نفقه الطاقة لنشاط ما مقسوماً على ع.أ.أ BMR. والـ ن.ن.ف PAR للجلوس بهدوء هو حوالي ١,٢ وللوقوف حوالي ١,٧ ولكن للمشي على ٥ كم/ساعة هو ٣-٤ وللمشي على ٥كم/ساعة في مرتفع ٢٥٪ هو ٥ أو أكثر. وكثيراً مايدخل المرء راحات أو يخلط مابين النشاطات ويمكن للمرء أن يحافظ على نشاطات ٤-٥ ن.ن.ف PAR على مدى يوم العمل.

أما توليد الحرارة thermogenesis وهذا مصطلح غير مضبوط لأن معظم الطاقة المبذولة (المحولة) تظهر كحرارة. وهنا توليد thermogenesis يشير إلى إنتاج حراري زائد (ونفقه طاقة) مرتبطاً مع تناول ingestion وأيض الغذاء ومع الحرارة الزائدة المطلوبة للمحافظة على درجة حرارة الجسم ثابتة بالإرتعاش أو أي ميكانيزم آخر بعكس إهدار الحرارة والذى عادة له نفس التأثير. وكل من مكونات توليد الحرارة هذه قد تم تقسيمها وفي حالة توليد الحرارة المحثة بالغذاء diet-induced thermogenesis DIT إلى واجبة obligatory واختيارية facultative (متعودة adaptive) بينما توليد الحرارة المحثة بالبرودة قد تم تقسيمها إلى إرتعاش وغير إرتعاش توليد حرارة NST non-shivering thermogenesis. وتوليد الحرارة المحثة بالغذاء DIT الواجبة obligatory له عدة أسماء مثل التأثير الحراري للغذاء thermic effect of food وزيادة الحرارة للغذاء heat increment of food. وهو يمثل تكاليف الطاقة للهضم والإمتصاص ومناولة المغذيات الممتصة خاصة تكاليف التخليق وهي تمثل ٥-١٠٪ من طاقة الغذاء وقد يكون أعلا لمكونات الغذاء الواحدة مثل البروتين.

و ن.ط.ك.ى TDEE أقل إختلافاً عن مأخوذ الطاقة اليومى وهذا بسبب أنه قد نختار أن نأكل قليلاً أو كثيراً ولكن لانستطيع ألا نبذل أى مجهود والتعب يمكن أن ينقص مدى مانستطيع من رفع النفقة (بذل الطاقة). ومع حياتنا الجلوسية/المستقرة sedentary ففقد الطاقة عند الراحة تكون حتى ٧٠٪ من ن.ط.ك.ى TDEE لمعظم الناس.

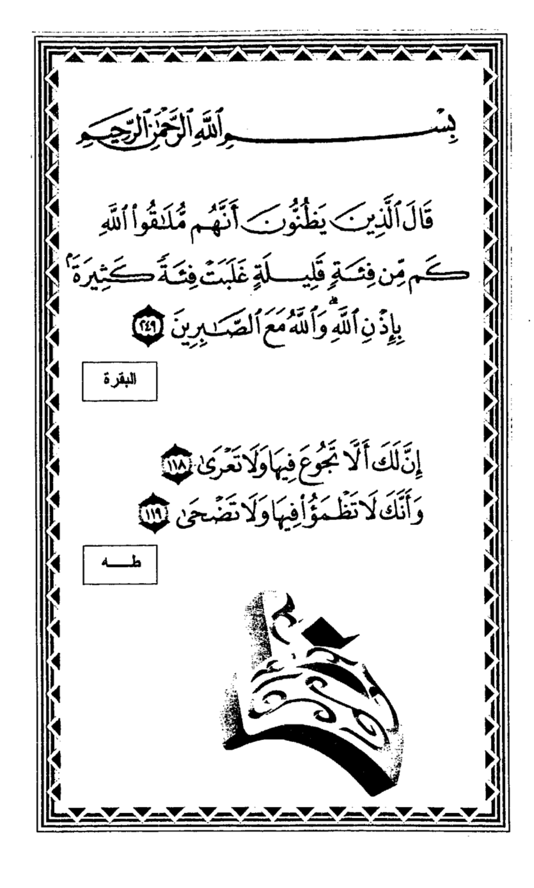
الإختلافات والميول فى نفقه الطاقة
variation & trends in energy expenditure

نفقه الطاقة اليومية الكلية تزيد خلال الطفولة والمراهقة. وفى البالغين عادة الزيادة فى الوزن قد يوازن النقص فى النشاط مثل أن ن.ط.ك.ى TDEE لاتتغير كثيراً مابين ٢٥ – ٥٥ سنة وبعد هذا السن يقل النشاط بجانب أن ع.أ.أ BMR ينخفض بمقدار ٢٪ فى كل جيل حيث أن كتلة اللحم الأحمر تنخفض. وفى السن المتقدم جداً عدم المقدرة تحد من القدرة على أن يكون الشخص نشطاً ومستويات نشاط فيزيقى (س.ن.ف PAL) قد تكون فقط ١,٢ كما يؤثر ضعف الصحة وينقص من ن.ط.ك.ى TDEE).

ضبط نفقه الطاقة وتنظيم توازن الطاقة
control of energy expenditure & regulation of energy balance

هناك عدة عوامل تعمل على مستويات مختلفة. فعند المستوى الأول فإن عقد المراكز المنظمة فى المخ أو آليات عند المستوى الخلوى قد تُحَدِد فى النهاية مستوى توازن الطاقة. وهذه تستجيب إلى تغيرات فى تناول الطاقة ونفقتها على مستوى ثانوى فسيولوجى أو كيموحيوى أو فسيولوجى عصبى neurophysiological. وتقليدياً فإن تنظيم توازن الطاقة كان يرى أخذ الطاقة مضبوطاً ليوائم المستويات السابقة لنفقه الطاقة. وقد يتم تنظيم نفقه الطاقة للمحافظة على توازن الطاقة فتزيد نفقه الطاقة عندما يكون الأخذ (الطاقة) أعلا وبالتالى يؤدى إلى زيادة فى مخزون الطاقة ونقص عندما يكون المأخوذ (الطاقة) منخفضاً. والمخزون يحتاج إلى أن يحافظ عليه أو يستخدم بكفاءة. وتأثير ثابت لمأخوذ طاقة عال أو مأخوذ طاقة منخفض هو تغير فى حجم الجسم. وهذا يميل إلى أن تنظيم تأثيرات عدم المساواة بتغيير النفقه فى نفس إتجاه الأخذ. وهذا أكثر إستجابة إضطرارية فى نفقه الطاقة وأقل إستجابة إختيارية أو تعودية. وقد أقتِرح أن يكون عدم الإزدواج فى الفسفرة المؤكسدة uncoupled oxidative phosphorylation فى الأنسجة الدهنية البنية هو الآلية الرئيسية فى التخلص من الطاقة غير الكفأة فى الأكل الزائد. وفى حالة تحت التغذية وأثناء التخسيس والنشاط الودى/المتجانس sympathetic وحرارة توليد الأنسجة الدهنية البنية قد تفصل switched off وتخليق البروتين – وهو عملية غالية طاقياً – قد تقل. ولكن فى الإنسان فإن معظم الوفر فى نفقه الطاقة مع تحت التغذية يحدث نظراً لصغر حجم الجسم وخفض النشاط الفيزيقى الإرادى. وتأثير خفض المعدل الأيضى للخلايا هو أقل من ١٥٪ من الخفض الكلى. وبالمثل فإن مقدار توليد الحرارة المحثة بالغذاء diet-induced thermogenesis (DIT) نتيجة التغذية الزائدة هى عادة بالضرورة منخفضة وتكاد لاتزيد عن ١٠٪ من الطاقة الزائدة المتناولة.

وعدد من عوامل المستوى الثالث – سلوكية وإجتماعية وسيكولوجية – تؤثر على المأخوذ والنفقه وأخيراً توازن الطاقة. وهذه تشمل عوامل طريقة الحياه وطرق وفر العمل وإتاحة النقل الخاص والعمل لساعات أقل والفراغ غير النشط. وفى نفس الوقت الغذاء المتاح وتغيره المستمر وزيادة الإستساغة والتقبل قد يتغلب بسهولة على آليات الضبط التى تطورت لكثير من أنواع الأغذية وظروف التغذية. ومتوسطات الأوزان والأوزان للطول أو السن تزيد فى أوروبا وشمال أمريكا مبينة حدوث زيادة فى توازن الطاقة الموجب. ومع ذلك فالزيادة فى طاقة الجسم لازالت تمثل جزءاً صغيراً من الطاقة. فالتنظيم والضبط لازال صحيحاً. (Macrae)



بسم الله الرحمن الرحيم

قَالَ الَّذِينَ يَظُنُّونَ أَنَّهُم مُّلَاقُوا اللَّهِ
كَم مِّن فِئَةٍ قَلِيلَةٍ غَلَبَتْ فِئَةً كَثِيرَةً
بِإِذْنِ اللَّهِ وَاللَّهُ مَعَ الصَّابِرِينَ (٢٤٩)

البقرة

إِنَّ لَكَ أَلَّا تَجُوعَ فِيهَا وَلَا تَعْرَىٰ (١١٨)
وَأَنَّكَ لَا تَظْمَأُ فِيهَا وَلَا تَضْحَىٰ (١١٩)

طـــه

ظبى antelope

أنظر: طرائد (طرد)

ظَمِئَ

ظمأ thirst

الظمأ مصطلح يشير كثيراً من المعانى وهو فى الدراسات غير الإنسانية يسوى مع قياسات أخذ الماء. وفى الإنسان فالأسئلة مثل "لم أنت ظمآن/ عطشان" وغيرها من الأسئلة والإجابة عليها ليست محصورة على الشهية للماء ويمكن إستهلاك عدة سوائل مثل المشروبات الخفيفة والمشروبات غير الكحولية بجانب الماء نفسه.

دور الظمأ/العطش role of thirst

فقد الماء من الحيوانات الأرضية مستمر وتناول الغذاء يؤدى إلى إضافة مذابات نشطة تناضحياً إلى سوائل الجسم إما لأنها موجودة فى الغذاء مثل كلوريد الصوديوم أو لأنها تنتج أيضياً مثل أكسدة الأحماض الأمينية الكبريتية إلى كبريتات. وهذه المذابات تفرز فى البول عادة مصحوبة بماء بكميات يحددها مقدرة الكلية على التركيز. وعلى ذلك إذا كانت الكلية تستطيع إنتاج بول تركيزه أربعة أمثال أكثر من تركيزه فى البلازما – وفى الإنسان – ٢٥٪ من حجم الماء يفقد مقارنة بالموقف الذى فيه الكلية لاتستطيع تركيز البول فوق البلازما. ومع ذلك فحتى الكلى التى تنتج أحجاماً منخفضة من البول على تركيزات قصوى ينتج عنها فقد فى سوائل الجسم. وكذلك يفقد الماء من الجلد بواسطة العرق perspiration & sweating. وهذه الكميات تختلف كثيراً وتتوقف على مستوى النشاط ودرجة حرارة الجسم ودرجة الحرارة المحيطة والرطوبة. والتنفس ينتج عنه فقد فى السوائل فى هواء الزفير الذى يكون مشبعاً بالرطوبة على درجة حرارة الجسم بينما هواء الشهيق عادة أكثر جفافاً على درجة حرارة أقل من درجة حرارة الجسم. وكميات صغيرة تفقد من الماء فى البراز ولو أنه فى الأمراض المصحوبة بالإسهال مثل الكوليرا كميات كبيرة من الماء تفقد. وكل هذه الآليات تسبب فقداً مستمراً فى الماء. والظمأ/العطش الذى ينتج عنه تناول حجم مناسب من سائل مناسب هى الطريقة الوحيدة لتصحيح هذا النقص فى السائل. وبدون الظمأ/ العطش يموت الحيوان من الجفاف. والإنسان الذى يفقد الإحساس بالظمأ/ العطش كنتيجة لمرض من الصعب علاجه. وحتى جدول بمواعيد لتناول الماء يفشل. والجفاف غير العكسى هو الناتج المحتم لعدم الشعور بالظمأ/العطش.

تنظيم الظمأ/ العطش regulation of thirst

الماء يكون حوالى ٦٥٪ من وزن الجسم ونقل المذابات خلال الجسم يحدث فى محلول فيزيقى والتركيز التناضحى الكلى لسوائل الجسم أو التناضح يحتفظ به فى حدود ضيقة. وفى الإنسان كما فى الحيوانات الأخرى فإنها نادراً ماتتغير بأكثر من ١٪ أو ٢٪ وهذا مهم لسببين الأول: بما أن الماء يستطيع أن يتحرك حراً خلال أغشية الخلايا فإن التناضح للغرف الداخلية والخارجية يتساوى بتحرك

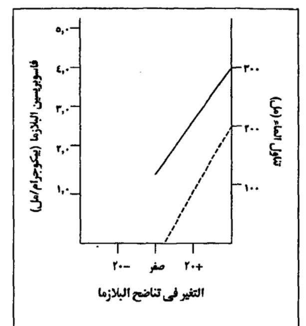
الماء أسفل تدرجات تركيزية أو تدرجات تناضحية. وإذا زاد تناضح البلازما والسائل خارج الخلايا فالماء يسحب من الخلايا وينتج عن ذلك إنكماش الخلية. وعلى ذلك فى المواقف التى يزيد فيها تناضح البلازما فحجم السائل خارج الخلايا يتمدد وحجم السائل داخل الخلايا ينقص. والخلايا تعمل كمقياس تناضح ممتاز. وعلى ذلك فإنه ليس مما يدعو للدهشة أن التناضح يحتفظ به ثابتاً من أجل الإحتفاظ بكل من حجم الدم وحجم الخلية داخل الحدود الطبيعية. والسبب الثانى: فإن عدداً كبيراً من التفاعلات البيوكيماوية وعمليات النقل فى الخلية يتوقف على تركيزات المذابات. وبذا الضبط الدقيق لتوازن الماء لضمان ثبات الحجم وتكوين سوائل الجسم يوجد فى كل الثدييات.

شُرب جفاف الخلية
cellular dehydration drinking

هناك زيادة مستقيمة linear فى العطش متصلة بزيادة تناضح البلازما مشابه لمستويات فاسوبريسين vasopressin البلازما وهى المحدد الأساسى لتركيزات البول. أى أن زيادة تناضح البلازما يؤدى إلى الإحتفاظ بالماء الكلوى وتنشيط العطش وبالتالى سلوك البحث عن الماء (الصورة ١).

شرب جفاف خارج الخلية
extracellular dehydration drinking

نقص حجم الدم أو السائل خارج الخلايا بدون تغيير تناضحه ينشط الظمأ/العطش أيضاً. والشرب لجفاف السائل خارج الخلايا أقل حساسية عن الشرب للجفاف الخلوى. ونقص مقداره حوالى ١٠٪ فى حجم الدم مطلوب عادة لتنشيط أخذ الماء كما فى حالة تنشيط إفراز الفاسوبريسين vasopressin. ومع نقص أكبر فى حجم السائل خارج الخلايا فتنشيط الظمأ وإفراز الفاسوبريسين ملاحظ جداً. ويفترض أنه عند النقطة حيث نقص أحجام السائل خارج الخلايا يعرض بشدة الإستقرار المتجانس homeostasis فإعادة حجم الدم سريعاً تصبح ضرورية لضمان البقاء.



صورة (١): زيادة تناضح البلازما ينشط إفراز الفاسوبريسين (ـــ) وتناول الماء (....) فى الكلاب.

الجفاف dehydration

أثناء فترات الحرمان من الماء يزداد تناضح البلازما وينقص حجم السائل خارج الخلايا ويفقد الماء – تحت الظروف العادية – بإستمرار، أما الشرب فعملية غير مستمرة. وعلى ذلك فالحيوانات دائماً فى مواقف من الإضطرار الكامن لتصحيح

الجفاف بأخذ سوائل. وفى هذه المواقف إرتفاع تناضح البلازما أو جفاف الخلية أهم فى تنشيط الظمأ/العطش عن جفاف سائل خارج الخلايا. وفى الحيوان الرئيسى primates بما فيها الإنسان جفاف الخلية قد يكون حتى ٩٠٪ من المنشط.

الشبع/التخمة satiety

المنشطات المسئولة عن وقف الشرب تختلف عن تلك المسببة له. فمثلاً الكلاب التى تمنع من الماء ٢٤ ساعة تعوض نقص السوائل بدقة خلال ٥ دقائق من إعطائها الفرصة للشرب. وأثناء هذه الخمسة دقائق فليس هناك تصحيح لزيادة تناضح البلازما أو نقص حجم السائل خارج الخلايا لأن الماء لايكون قد أمتص من القناة المعدية المعوية gastrointestinal بكميات كافية. والكلاب ناقصة المياه dehydrated والتى بها ناصور fistula معوى مفتوح تشرب نفس الكمية كالكلاب السليمة. وفى دراسات على الإنسان المحروم فقد شرب ٦٥٪ من مأخوذه الكلى خلال ٢,٥ دقيقة. والباقى من نقص السائل إستهلك على فترة أطول من الزمن. وتأثير الشبع هذا لوحظ فى عدد كبير من الأنواع species وهو يرتبط مع تثبيط سريع لإفراز الفاسوبريسين ومؤسس على عوامل فمية بلعومية oropharyngeal ومعدية. وهى ظاهرة مؤقتة ومالم يَتْبَع الشرب إمتصاص للسائل وتصحيح لمنشط الجفاف الخلوى والجفاف خارج الخلية يبتدىء الشرب من جديد.

الشرب العادى normal drinking

ليس كل أخذ الماء يعتمد على هذا النموذج البسيط نقص-شبع فالماء الموجود فى الأغذية وذلك الذى يوفره أيضها يمكنه أن يوفر كميات جوهرية من المأخوذ. وكمية الماء المستهلكة فى فرصة ما يمكن أن تعتمد كثيراً على التعلم وقد تتأثر كثيراً بأنواع السلوك الأخرى وبعوامل إجتماعية. وفى الإنسان فالموقف أكثر تعقيداً والسائل قد يؤخذ بالإرتباط مع الكافيين أو الكحول ويتوقف على مذاقات خاصة مثل الحلاوة وعلى النكهة. وبالرغم من هذه العوامل فيجب ملاحظة أنه على المتوسط فالكلى تنتج بولاً أكثر تركيزاً من البلازما. وعلى ذلك فآليات التركيز الكلوية تستجيب إلى مواقف جفاف كامنة. وقد يسأل البعض لم لاتشرب الحيوانات بإستمرار والجواب أن الشرب هو واحد من عدد من السلوكيات الخاصة والتى يقوم بها الحيوان ولو كانت دائماً مستمرة فى البحث عن الماء لدرجة مع السلوكيات الأخرى مثل التغذية والتكاثر فالحيوان يصبح عاجزاً. ويفترض أن الإدخال للظمأ/العطش يصبح أكثر شدة بتقدم الجفاف ويتحرك سلوك البحث عن الماء إلى القمة ويعبر عنه بتناول الماء. وفى المدى الطويل فآليات الضبط الفسيولوجى يجب أن تدعم سلوك الشرب. وإذا أخذت كميات غير كافية من السائل خاصة عندما يكون تركيز اليوريا أقصى مايمكن ،فتوازن السائل السلبى والجفاف هما الحصيلة المحتومة.

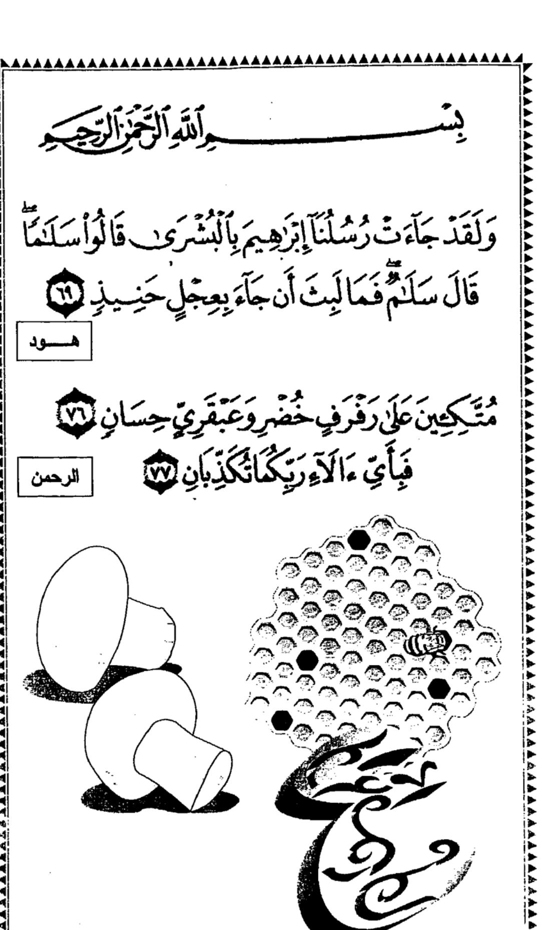
متطلبات السائل requirements of fluid

من السابق يتبين أن متطلبات السائل فى الإنسان تختلف كثيراً ففى جو معتدل فمتوسط فقد الماء من الجلد بالتبخير حوالى ٩٠٠مل/يوم وفى البراز ١٠٠مل وفى البول ١٥٠٠مل/يوم. ومتوسط مايوجد من ماء فى الأغذية حول ١٠٠٠مل/يوم والناتج عن الأيض ٣٠٠مل/يوم تاركة ١٢٠٠مل يوم تؤخذ فى شكل سائل. ولكن هذه الكميات تختلف كثيراً فمثلاً أثناء التمرين المتوسط إلى الشديد خاصة فى جو دافىء كثير من اللترات السائلة تفقد خلال العرق حتى يحافظ على درجة حرارة الجسم. وتحت هذه الظروف فإن هناك تنشيطاً كبيراً للظمأ/العطش مع ماينتج عنه من تناول كميات كبيرة من السائل. وفى النهاية لمنع الجفاف فإن كمية السوائل المأخوذة لابد وأن تساوى المفقودة.

وطبيعة السائل المأخوذ تتوقف على عوامل ثقافية. فمثلاً إستهلاك المشروبات الخفيفة يميز الولايات المتحدة والبيرة مصحوبة باللبن فى المملكة المتحدة والقهوة فى ألمانيا مثل وسط أوروبا والقهوة واللبن فى شمال أوروبا. ومن المهم ملاحظة العلاقة بين تناول الطعام وتناول الشراب ففى معظم الأحيان تناول الشراب اليومى يرتبط بالغذاء وفى أثناء الطور الأصفر luteal من الدورة الشهرية فهناك إتجاه إلى أسفل من العتبات التناضحية لكل من الظمأ /العطش وإفراز الفاسوبريسين. وهذه التغيرات قد تكون أكثر وضوحاً أثناء الحمل حيث تناضح البلازما قد ينزل بحوالى ١٠ موز جزئ $mosmol\ kg^{-1}$ خلال الأسابيع الأولى للحمل. وأثناء هذه المدة فإن عتبات كل من الظمأ/العطش والفاسوبريسين تنقص مرة أخرى.

وهناك نقص فى الظمأ فى كبار السن. وهذا يلاحظ بالميل إلى الجفاف التلقائى الذى يحدث فى كبار السن ونقص حساسيتهم لمحلول ملحى زائد التوتر والحِرمان من الماء وهذا الموقف مع كبار السن يعقد أكثر بنقص مقدرتهم على إفراز أحمال من الماء فمثلاً إذا شُجِعَ شخص كبير السن وبه ظمأ/ عطش ناقص، شُجِعَ على شرب سائل أكثر فى جو دافىء فإن زيادة التصحيح قد ينتج عنه زيادة التميؤ. وبذا فإنه فى كبار السن هناك مشاكل من فوق وتحت التَمَيُؤ.

(Macrae)


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ
وَلَقَدْ جَاءَتْ رُسُلُنَا إِبْرَاهِيمَ بِالْبُشْرَىٰ قَالُوا سَلَامًا ۖ
قَالَ سَلَامٌ ۖ فَمَا لَبِثَ أَنْ جَاءَ بِعِجْلٍ حَنِيذٍ ٦٩
هود
مُتَّكِئِينَ عَلَىٰ رَفْرَفٍ خُضْرٍ وَعَبْقَرِيٍّ حِسَانٍ ٧٦
فَبِأَيِّ آلَاءِ رَبِّكُمَا تُكَذِّبَانِ ٧٧
الرحمن

عبوة	package
تعبئة	packaging

أغراض التعبئة

من أهم أغراض التعبئة:

١- الإحتفاظ بالسلع في صورة مناسبة للنقل وهذا مايعرف بإسم الإحتواء containment.

٢- الحماية protection وهذا يشير إلى الحفظ الآمن safe keeping بطريقة تمنع تدهور جوهري في جودة السلع.

٣- تسمح التعبئة بإمتداد إتاحة الحصول على المنتج على زمن أطول وأمكنة أكثر.

٤- الإحتفاظ بالجودة بإستخدام وسائل تقنية الأغذية.

٥- التسويق، فالعبوة الجيدة تساعد على بيع المنتج.

٦- التعبئة بإستخدام الطرق الجديدة كالأفلام يمكن ملاحقة التغيرات السريعة في المجتمع كالأكلات الخفيفة snacks وغيرها.

العبوة المثالية

لايوجد مايسمى بالعبوة المثالية نظراً لأن المطلوب في عبوة خضر غير المطلوب في عبوة الجيلاتي مثلاً. ولكن يجب أن تتوفر المتطلبات الآتية في عبوة مثالية: عدم السمية، رؤية واضحة للمنتج، جذب تسويقي، ضبط الرطوبة والغاز، الثبات على مدى متسع من درجات الحرارة، إنخفاض الثمن، أن تكون متاحة، مقاومة الإنضغاط والبلى والخرق، يمكن مناولتها بالمكن، معامل إحتكاك مناسب للفلم، لها خواص القفل والفتح والختام أو اللحام وإعادة القفل والصب، يمكن روشمتها labeling بسهولة، الحماية ضد فقد النكهة والرائحة والنض leaching والهجرة خاصة من مواد التعبئة، ضبط إنتقال الغازات.
(Driscold and Paterson)

تعبئة السوائل packaging of liquids

الدقة في الملء هي مفتاح لمنتجات ذات جودة عالية كما أنها تعطي تعبئة رابحة. فالملء الزائد قد يسبب ضغوطاً غير ضرورية على العبوات بينما تحت الملء قد يسبب تغيرات في الجودة نظراً لزيادة الحيز العلوي headspace والملء الزائد مكلف وتحت الملء غش.

والعوامل التي تحدد إختيار أنظمة ملء مثلى للأغذية السائلة هي:

١- خواص المنتج. ٢- عملية الحفظ.
٣- أنظمة ومواد التعبئة. ٤- أجهزة الملء.
٥- الصحة والإقتصاد.

خواص المنتج product characteristics

اللزوجة هي واحد من أهم الخواص التي يجب إعتبارها عند إختيار نظام قفل للسائل خاصة للمنتجات اللزجة مثل الشراب الثقيل والمربى والمرملاد. والإعتبارات الأخرى التي يجب إعتبارها تشمل حساسية المنتج للحرارة وفقد المواد المتطايرة مثل مركبات النكهة وإنتاج

الرغاوى ووجود الجسيمات. وأجهزة الملء الخاصة مطلوبة للسوائل التى تملأ مع غاز خامل مثل النتروجين لتأكيد جودة المنتج أثناء التخزين وللسوائل المكربنة.

عمليات الحفظ preservation processes

الأغذية السائلة تحفظ عادة بالحرارة وقليلاً بالكيماويات.

والحفظ الكيماوى نقص فى خلال الجيل الأخير كضغط المستهلك وبعض الحافظات الكيماوية مثل أملاح حمض البنزويك أو أسترات (بارابينات) أو حمض السوربيك لازالت مستخدمة فى بعض المشروبات. والتعقيم والبسترة الحراريتان لحفظ الأغذية هى من أهم الطرق عالمياً والإختيار بين التعقيم والبسترة يتوقف على درجة الحرارة المستخدمة وحموضة الغذاء. فالأغذية عالية الحموضة high-acid foods (جيد ≥ ٤,٥) مثل العصائر تعامل على درجة حرارة أقل من ١٠٠ °م أى أنها "تبستر". أما الأغذية منخفضة الحموضة low-acid foods (جيد ≤ ٤.٥) مثل اللبن فيجب أن تعامل على أعلا من ١٠٠ °م لتحقيق "التعقيم التجارى". والبسترة على درجات حرارة ≥ ١٠٠ °م للأغذية منخفضة الحموضة تقتل جميع الممرضات pathogens ولكنها لاتنتج منتجاً معقماً ذا عمر رف طويل طويل. والمعاملات الحرارية تثبت الغذاء من وجهة الكائنات الدقيقة ومن الوجهة الإنزيمية ولكنها قد تؤثر على المذاق واللون والجودة الغذائية. والعمليات ذات درجات الحرارة العالية والزمن القصير (د.ح.ع.ز.ق HTST) high temperature short-time يجب لهذا السبب أن تستخدم كلما أمكن.

وهناك عمليتان أساسيتان لثبات الأغذية بالحرارة: الطريقة التقليدية والطريقة المطهرة aseptic process.

وفى الطريقة التقليدية conventional process يملأ الغذاء فى وعاء دافىء أو يسخن والعبوة والغذاء يعقمان معاً بعد القفل. والأغذية الحمضية أى العصائر يمكن أن تملأ على درجات حرارة أعلا من ٩٠ °م وتقفل sealed وتحفظ لمدة من الزمن قبل التبريد بدون أى معاملة حرارية بعد ذلك. أما الأغذية منخفضة الحموضة فيجب أن تسخن فى العبوات المقفلة على درجات حرارة من ١١٥ – ١٢٥ °م لمدة ٢٥ – ٤٥ق تبعاً للمنتج.

وفى الطريقة المطهرة aseptic process الغذاء والعبوة يبستران ويبردان منفصلين؛ والسائل المعقم يملأ بارداً فى العبوة المعقمة ويقفل فى جو "مطهر aseptic" حيث لايمكن حدوث أى إعادة تلوث. والزمن الكلى الذى يتعرض له الغذاء إلى درجات حرارة أعلا من درجات الحرارة المحيطة فى عمليته المطهرة aseptic يقاس بالثوانى وحتى ٦٠ ثانية مقارناً بحوالى ٢٠ دقيقة بإستخدام الملء الساخن والتبريد ، ٦٠ دقيقة أو أكثر عندما يعقم غذاء منخفض الحموضة فى العبوة.

وأهم ميزة للعملية المطهرة هى فى خفض حمل الحرارة الذى يعطى للناتج وبذا يحافظ على جودته بجانب أن طريقة الملء البارد المطهرة هى طريقة ذات كفاءة عالية حيث تُنقِص من إستهلاك الطاقة. وتستخدم مواد تعبئة أقل كلفة والتى

لاتحتاج أن تتحمل درجات الحرارة المستخدمة في الملء الساخن أو التعقيم.
وقد تم تجديد طريقة درجات الحرارة العالية والزمن القصير (د.ج.ع.ز.ق HTST) وأستخدمت درجات أعلا من ١٣٠°م وسميت طريقة درجات حرارة فائقة العلو (د.ح.ف.ع UHT ultra-high-temperature) وهذه أساس نظام الترابالك Tetra Pack المطهر لمنتجات الألبان السائلة.

التعقيم المبدئي للغذاء
presterilization of food
الطريقة المعينة المستخدمة في التعقيم المبدئي تعتمد على خواص الغذاء.
السوائل منخفضة اللزوجة المتجانسة يمكن أن تعامل حرارياً في مبادلات حرارية مع سرعة إنسياب عالية وإضطراب وزمن حفظ قصير جداً. والمبادل الحراري الإطاري plate heat exchanger هو السائد لهذه الأغذية بإستخدام درجات حرارة تتراوح مابين ١٣٥°م إلى ١٥٠°م وحتى ١٦٠°م للأغذية منخفضة الحموضة (جيد ≤ ٤,٥) مع مدة إحتفاظ holding times ٢,٥ ثانية. وللأغذية ذات الحموضة العالية تستخدم درجات حرارة أقل من ١٠٠°م. والأغذية اللزجة قد تتطلب إستخدام مبادلات حرارية ذات سطوح مكشوطة أو مُقَلَّبة وبإستخدام أنظمة درجات حرارة وزمن مماثلة لما ورد أعلاه.
والسوائل ذات الأجسام الصغيرة، ولها خواص إنتقال حرارة أقل تأثيراً، تتطلب إستخدام مبادلات حرارية ذات إطار أو أنبوبية أو ذات سطح مكشوط، خاصة والنواتج في هذه المجموعة قد تكون شوربة مع جسيمات صغيرة أو أرز أو بودنج ....الخ.
والسوائل مع جسيمات أكبر مثل مكعبات اللحم أو جسيمات الخضر ١٥ - ٢٥ مم أو أكثر في القطر تتطلب وقتاً أطول لتحقيق التعقيم والعمليات يتم تطويرها حيث السائل الحامل يعامل منفصلاً بالـ (د.ح.ف.ع UHT) بإستمرار continuously بينما الناتج الصلب يعقم بطريقة الدفعات. كذلك تُطَوَّر طرق مبنية على التسخين بالمقاومة الكهربية أو تسخين أومي Ohmic heating. (أنظر)

تعقيم مواد التعبئة
sterilization of packaging materials
هذه تشمل:
١- الحرارة: بخار مشبع أو فوق مشبع أو بخار مع هواء ساخن أو الحرارة تطبق أثناء بثق مواد التعبئة اللدنة plastic.
٢- الإشعاع: أشعة تحت حمراء (ش.ت.ح IR) أشعة بنفسجية (ش.ب UV) أو أشعة مؤينة.
٣- مواد كيماوية: فوق أكسيد أيدروجين مركز (٢٠ - ٣٥٪) أو بيرحمض خليك peracetic acid أو إيثانول.
والعملية المستخدمة تتوقف على مادة التعبئة وعلى نظام الملء المطهر: فالتسخين بالبخار المشبع أو فوق المشبع هي أقدم الطرق واستخدمت في تسخين العلب والأغطية في طريقة دول Dole المطهرة من بدئها كما استخدمت الأسطوانات المعدنية في الأنظمة بعد ذلك. وخليط من هواء ساخن وبخار يستخدم لتعقيم داخل سطوح الأغطية

والكؤوس cups المصنوعة من عديد البروبيلين والذى له ثبات حرارى حتى ١٦٠°م.
ودرجات حرارة ١٨٠ - ٢٣٠°م لمدة حوالى ٣ق تستخدم فى عملية القولبة بالنفخ -blow moulding للدائن plastics ولكن توزيع الحرارة قد لايكون دائماً متجانساً ولذا فالتعقيم الكيماوى قبل الملء المطهر ضرورى.
والتشعيع بـ ش.ت.ح IR هو أساساً إشعاع حرارى جاف ويمكن أن يستخدم فقط على السطوح المقاومة للحرارة، و ش.ت.ح IR يمكن أن يستخدم مع السطوح المبتلة. والإشعاع بالأشعة فوق البنفسجية (ش.ب UV) هى عملية تعقيم سطحى وأكثر إستخدامها مع يد٢ أ٢.
والإشعاعات المؤينة تستخدم للتعقيم المبدئى لأكياس اللدائن الكبيرة بإستخدام مشابهات مثل كوبلت ٦٠ لأنظمة "كيس فى الصندوق".
والمعاملة الكيماوية تجرى أساساً بإستخدام يد٢ أ٢ ولمدى أقل (فى أوروبا) مع حمض البيرخليك peracetic acid. والتعقيم يحدث بالغمر أو الرش أو غسل مواد التعبئة بواسطة يد٢ أ٢ متبوعاً بالتسخين من أجل زيادة كفاءة العملية ولضمان إزالة متبقى يد٢أ٢ والذى يمكن أن يضر الناتج. وقد وافقت هيئة الأغذية والأدوية الأمريكية USFDA عليه فى ١٩٧٠ مما أخر الملء المطهر فى العبوات الكرتون فى الولايات المتحدة حتى بدء الثمانينات.
والملء المطهر للمنتج المعقم فى العبوة المعقمة هو جزء لايتجزأ من العملية ولكنها أضعف مكوناتها كما أنها عرضة للخطأ. والإرتباط بطرق التصنيع الجيدة وضمان الجودة اللازم والمحافظة على الظروف الصحية يحتاج إلى كل ذلك لتجنب فساد المنتج وعدم أدائه لوظيفته. ولما كانت معظم العبوات تصنع من لدائن أو ورق مقوى paperboard والتى لها ثبات ميكانيكى أقل عن العلب أو الزجاج فهى معرضة أكثر للضرر وإعادة العدوى.

• مواد التعبئة والأنظمة
packaging materials & systems

الأغذية السائلة يمكن أن تعبأ فى أوعية كبيرة "حجم bulk" أو فى عبوات تجزيئية صغيرة. وطريقة الحفظ قد تكون تقليدية أو مطهرة aseptic لأى نوع من الأوعية والأخيرة هى المفضلة. والمواد التى يمكن إستخدامها لتعبئة الأغذية السائلة تشمل العلب المعدنية وكلا من الصلب المغطى بالقصدير والعلب الألومنيوم و الزجاج والورق الكرتون cardboard المبطن laminated واللدائن.

العلب المعدنية والأسطوانات
metal cans & drums

إستخدام العلب المعدنية هو أساساً لتعبئة المشروبات المكربنة والبيرة لسوق التجزئة وفى الولايات المتحدة هذه أساساً قطعتان (أى الجسم والغطاء فقط) علب ألومنيوم وفى بلاد أخرى العلب يمكن أن تكون علب قطعتان ألومنيوم أو صلب مغطى بالقصدير أو حتى ثلاث قطع (الجسم ونهايتا العلبة) علب صفيح tin cans.
وإستخدام العلب لتعبئة العصير والأغذية السائلة الأخرى محدود جداً. فمثلاً أقل من ١٪ من كل عصير الموالح عبأ فى علب سنة ١٩٩٠م.

والإسطوانات المعدنية كثيراً ماتستخدم كحاويات حجم مع أو بدون بطانة لدائن لمنتجات مثل عصير الفاكهة أو المركزات. وأخيراً كمية كبيرة جوهرية من نقل السوائل مثل المركزات تم ـملـه بواسطة لوريات تنك مبردة وكذلك بواسطة السفن.

القارورات الزجاج glass bottles

القارورات الزجاج تكاد تستخدم فقط لتعبئة المشروبات الكحولية وإقد إكتسبت أهميتها مرة أخرى كأوعية للسوائل مثل العصير والشراب خاصة فى أوروبا. وهذه العودة للزجاج كان إستجابة لطلب المستهلك لإستخدام أوعية تعاد ويعاد إستخدامها وليس فقط أوعية دائرة.

الأوعية الورق المقوى المبطنة
laminated cardboard packages

الأوعية الورق المقوى المبطنة مستخدمة إلى درجة كبيرة فى صناعة الألبان لمنتجات اللبن واللبن السائل وفى صناعة عصير الفواكه والمشروبات ... الخ. وهذه الأوعية مصنوعة من ورق مقوى منطى بعديد الإيثيلين على الجانبين. ولزيادة عمر الرف فالطبقة المبطنة تشتمل على طبقة حاجز عال مصنوعة من صفائح ألومنيوم رفيعة أو مادة لدائن حاجز. وعديد الإيثيلين هو طبقة الإتصال بالغذاء فى العبوات. وهذا النوع من الأوعية إكتسب أهمية فى الجيلين الأخيرين مع أنظمة الملء مطهراً aseptic لأوعية المستهلك.

وهناك شكلان لهذه العبوة للأغذية السائلة: "قمة الجملون gable top" و "القمة المسطحة flat top".

وأنظمة ملء الكرتونات المبطنة يمكنها أن تستخدم المعدات الدارجة roll stock أو الفوارغ blanks من ورق مقوى سابق التصنيع pre-fabricated cardboard blanks. وفى الحالة الأولى فإن لفة roll من المادة الكرتون والتى هى نظيفة تغذى إلى جهاز "شكل-إملأ-إقفل form-fill-seal" والذى يعطى المادة التعقيم المطلوب بواسطة يدـ٢أ والحرارة وبعمل القفل الجانبى والأسفل ويملأ المنتج وتقفل القمة بالحرارة heat-seals. وفى النظام الثانى يعاد تشكيلها بالمكنة ويقفل القاع وتعقم بـ يدـ٢أ والحرارة وتملأ وتخلخل لإزالة الهواء من الحيز العلوى وتقفل. وإستخدام الفوارغ blanks من الورق المقوى مناسب إذا كانت المكنة تستخدم كثيراً لملء منتجات مختلفة أو أحجام مختلفة من نفس المنتج.

القارورات اللدائن plastic bottles

القارورات اللدائن تستخدم لتعبئة منتجات الألبان للتجزئة وللعصائر والمشروبات المكربنة. فاللبن والعصائر، البوليمر عادة عديد الإيثيلين عالى الكثافة (ع.إ.ع.ك HDPE high-density polyethylene والذى يمكن تدويره recycled ولكن يصعب تناوله لإعادة الإستخدام المباشر. وهناك محاولات لتقديم قارورات عديد الكربونات polycarbonate لمنتجات الألبان السائلة وهذه يمكن إعادة إستخدامها. وأكياس عديد الإيثيلين تستخدم أحياناً لتعبئة اللبن المبستر والأكياس رخيصة ولكنها تميل إلى التسريب ولابد من وضعها فى وعاء خاص للتوزيع للإستخدام العادى.

والمشروبات المكربنة كثيراً ماتعبأ فى قارورات عديد الإيثيلين تيرى فثالات (ع.أ.ت.ف PET) polyethylene terephthalate والبيرة أحياناً تعبأ فيها. وهذه القارورات (ع.أ.ت.ف PET) منفذة قليلاً لثانى أكسيد الكربون ولذا فلها عمر رف أقصر عن الزجاج أو الأوعية المعدنية. وفى بعض الأحيان تغطى هذه القارورات ببوليمر حاجز عال لخفض الفقد فى ثانى أكسيد الكربون وتستخدم خاصة مع قارورات البيرة الصغيرة التى لها نسبة سطح/حجم عالية.

ونوع آخر من العبوات عديدة الطبقات المبطنة اللدائن هو نوع "الكيس فى الصندوق bag-in-the-box" والعبوة تصنع فى هذه الحالة من كيس داخلى من عديد إيثيلين ثقيل السماكة heavy gauge فى تبطين خارجى مصنوع من عديد الإستر والألومنيوم أو عديد الإستر مغطى بالألومنيوم مع عديد الإستر والكيس كثيراً مايستخدم فى الأوعية الحجم bulk فيتراوح مابين ٢٠ – ١٢٠٠ لتر. والكيس يجب أن يدعم بوعاء قفل مناسب (صندوق) والكيس فى الصندوق الأصغر يستخدم أيضاً أحياناً فى سوق التجزئة. وفى معظم الحالات فهذه العبوات يتم تعقيمها مبدئياً وتملأ مطهراً. والعبوات الأخرى للأغذية السائلة تشمل دوى باك Doye Pack وهى كيس واقف مصنوع من رقائق ألومنيوم مع عديد الأستر، ووعاء هيبا-س Hypa-S قاتم نصف جاسئ semi-rigid مصنوع من ورق مقوى مغطى بعديد الإستر ورقائق ألومنيوم وعديد إستر مع قفل جانبى متعدد الطبقات ونهايات ألومنيوم مسحوبة عميقاً deep-drawn aluminium ends وتستخدم فى أوروبا للعصائر والمشروبات.

تفاعلات الأغذية-العبوات
food-package interactions

إن التفاعلات بين مواد التعبئة والسائل الذى بداخلها هو أحد الإعتبارات التى تحدد إختيار المادة المثلى. فالأوعية المعدنية قد يحدث لها تآكل وهذا يمكن تجنبه بمواصفات محددة للمعدن وبإستخدام مغطيات من اللك وتصنيع جيد للأوعية. والأوعية الزجاجية أساساً خاملة ولكن يجب ملاحظة القفل ففى معظم الحالات يحتفظ الغطاء بقفل محكم/كتيم hermetic seal نظراً للفراغ فى الوعاء والذى يمكن ملاحظته بتقعر الغطاء. وفى الأوعية الكرتون فإن سطح الغذاء يتصل عادة بعديد الإيثيلين وهذا يمتص الروائح مما يغير من خواص المنتج. وقارورات عديد الإيثيلين تيرافثالات قد تطلق بقايا أسيتالدهايد المشكل بالحرارة مما يغير من طعم المشروب المعبأ فيها ولذا يجب ملاحظة بقايا الأسيتالدهايد فى هذه العبوات. وعبوات الكيس فى الصندوق bag-in-the-box قد تتضرر فى النقل وطبقة الألومنيوم قد يحدث لها تآكل من الأحماض العضوية أو من المطهرات ذات جهد عال وبذا تقل خواص الحجز فى العبوة.

أجهزة الملء filling equipment

مكن الملء للمنتجات السائلة وشبه السائلة يمكن أن يقسم إلى أربع مجموعات: فراغ vacuum وجرعات مقاسة measured dosung وجاذبية

gravity ومالئات ضغــــــط pressure fillers.
والملء بالفراغ هو أنظف وأكثر إقتصادية لمناولة كثير من المنتجات. والقارورات المعيبة – وقد يكون بها خروم أو شقوق – والتى لم تكتشف فيماقبل المناولة وقبل الملء يمكن تجنبها بالقفل بالفراغ. ومع القفل بالفراغ لايوجد فقد فى المنتج ولا قَطْر وبذا لاتحتاج القارورات للغسيل بعد الملء وقبل الروشمة. ومالئات الفراغ من ثلاثة أنواع: دائرية rotary وصينية tray وتغذية آليـــة automatic feed. وفى المالئات الدائرية كل قارورة يتم تناولها وحدها فتركز تحت ساق الملء وترفع وتملأ مستقلة عن كل القارورات الأخرى. وفى نوع مالىء الفراغ، الصينية توضع القارورات جنباً إلى جنب تحت رأس الملء والتى قد تتكون من واحد إلى ثمانية سيقان تغذية. وبمجرد بدء المكنة يخلق فراغ فى مُسْتَقْبِل زيادة الإنسياب overflow receptacle وعند نهاية المص للفوهات من ساق الملء والفوهات مجهزة بحشية gaskets بحيث أن القارورات عندما تدفع إلى أعلا ضد هذه الحشية gaskets يتم عمل قفل محكم ضد الهواء. وإذا كانت القارورة ممتازة (أى بدون خروم أو شقوق) فالفراغ المُخَلَّق يسحب السائل من تنك التغذية إلى القارورة، وعندما يصل السائل إلى نهاية زيادة الإنسياب أو خط المص فالسائل يُبْطِل الإنسياب إلى القارورة. وعند هذا ترفع رأس الملء وتمر القارورة إلى جزء القفل من المكنة. وينظم مستوى السائل فى القارورة بعمق فوهة الملء فيها والذى يمكن ضبطه بسهولة.

ووحدات ملء الجرعات المقاسة measured dose تتكون من إسطوانة مُعَايَرَة وكباس piston وعندما يتدئ الكباس فى شوط الهبوط down stroke فإن صماماً يفتح مما يسمح بمرور السائل إلى الإسطوانة وعند نهاية الشوط تغذى الإسطوانة بالكمية المقاسة المرغوبة. وعندما يوضع الوعاء تحت ساق الملء فإن صمام الإمداد يقفل وصمام التصريف delivery valve يفتح ويقوم الكباس عندئذ بتصريف discharge السائل إلى الوعاء.
وهناك نوعان من مالئات الجاذبية gravity fillers:
نوع مضبوط زمن-الدورة controlled-time cycle type الثانى يستخدم غرفة قياس measuring chamber. وفى الأول فالوضع الصحيح للوعاء تحت رأس الملء يسبب أن يفتح الصمام وينساب السائل لمدة معينة وزمن الفتح يحدد بلزوجة السائل وقطر فوهة الملء. وفى النوع الثانى يفتح صمام الإمداد ليسمح للسائل أن يدخل غرفة معايرة. وعندما يوضع وعاء تحت رأس الملء فصمام الإمداد يقفل وصمام التصريف يفتح وبذا يتم ملء الوعاء.
ومالئات الضغط pressure filling هى مشابهة لمالئات الجاذبية الموقوتة والطاقة الضغطية head pressure تحث بواسطة مضخة أو بواسطة ضغط الهواء، إلى تنك مقفل. وطرق ملء السوائل تظهر فى الجدول (١).
وملء السوائل المضغوطة pressurized مثل البيرة والمشروبات المكربنة يحتاج إلى أجهزة خاصة. فالسائل يكربن والقارورات تملأ بواسطة مالئات جاذبية دائرة والقارورات يجب أن تربط

بإحكـام إلى فوهـات المـلء ثـم تضغـط pressurized إلى نفس الضغط الذى فى سلطانية الملء. وعندما يتحقق تـوازن الضغـط تتم عمليـة الملء وتقف عندما يصـل السائل فى القـارورة إلى طرف أنبـوب التهويـة وبـذا يحـدد إرتفـاع الملء ويزال الضغـط مـن القارورات وتمـرر إلى رأس القفل.

وملء أوعية الكيس-فى-الصندوق bag-in-the box يتطلب أنظمة ملء أكياس مطهراً. وفى هذه الأجهزة فالسائل السابق تعقيمه يملأ فى كيس سبق تعقيمه والذى يسلم إلى رأس المـلء ويقفـل قفـلاً محكماً/كتيماً hermitically وبخار ضغط عال يعقم غرفة الملء. وساق المـلء ورأس cap الكيس قبل المـلء وصمـام المـلء يقفـل بإحكـام إلى داخـل الكيس وبذا يحفظ المنتج بعيداً عـن مساحة القفل. والأكيـاس تمـلأ بـالوزن أو الحجـم ويـزال صمـام المـلء ويعـاد وضع رأس القفل علـى بِزْبَـاز المـلء filling spout للكيـس والـذى يغسـل بمطـهر أو بالبخـار، ويطبق علـى الرأس cap وقفل بمكـن تم ضبطه tamper-evident.

جدول (١): مقارنة بين مالئات السوائل فى حقل الأغذية.

	نوع المالئ			
	الجرعات	الفراغ	الجاذبية أو الفراغ	نظام مستوى الضغط
يصلح لـ:	السوائل السميكة أو الرقيقة من معظم الأنواع	السوائل الرقيقة واللزوجة المنخفضة	السوائل الرقيقة فقط	السوائل الرقيقة والسميكة
استخدام صناعة الأغذية	الشوربة، الصلصات، زيوت النُقْل والزيتون والمنكهات	الصلصات المنكهات	الأسنس وعصير الفواكه	
الكحوليات والنبيذ		كل الكحوليات	نبيذ، براندى وكل الكحوليات	
الحدود المفروضة على الوعاء	لايوجد	ثابت مابين ١٠٠ م بار ، ٦٥٠ م بار فراغ. الحجم يجب أن يكون مضبوطاً.	ثابت لفراغ حتى ٥٠ م بار. الحجم يجب أن يكون مضبوطاً. فتحة العنق لاتقل عن ٧ مم.	الحجم يجب أن يكون مضبوطاً
الحدود المفروضة بواسطة المنتج	فى العملى لايوجد	لايصلح للمنتجات الرغوية. المنتج يهوى بالمص الراجع	السوائل الرقيقة فقط	المنتج الذى يرغى بقوة قد يسبب مشاكلاً.
دقة الملء	± ٠,١ – ٠,٥٪	يتوقف على دقة حجم القارورة (عادة ±٢٪)		

وتنظيف أو تعقيم العبوات يجب أن يجرى قبل الملء. ولكل عمليات التعبئة مطهراً فالعبوات يجب أن تعقم عادة بفوق أكسيد الأيدروجين والحرارة مباشرة قبل الملء. ولعمليات الملء الأخرى فالأوعية تغسل وتنفخ ....الخ.

وقفل العبوات المملوءة بالسائل يمكن أن يحصل عليه إما بالقفل بالحرارة (اللحام بالحرارة) أو بإستخدام قفل ميكانيكى.

والغطاء على العلب المعدنية أو الإسطوانات يعمل بالقفل المزدوج double seam وقد يستخدم "الأغطية سهلة الفتح easy open lids".

والقارورات الزجاجية واللدائن تقفل بإستخدام كبسولة حلزونية معدنية metal screw cap أو من اللدائن وفى كلتا الحالتين فبيئة ضد العبث يجب أن تستخدم والقارورات يمكن قفلها بالقفل التاجى crown cap.

والأكياس اللدائن وعبوات الكرتون تقفل بالحرارة وفى الأخيرة قفل ذو درجة حرارة عالية يحتاج إليه وغالباً يحصل عليه بإستخدام قافل لهبى. والضبط الجيد لهذا القفل مهم لضبط جودة الناتج الكلى ولتجنب أى تسريب.

الصحة والاقتصاد hygiene & economics

عند إختيار نظام القفل الأمثل، فالصحة والإقتصاد وإعادة التدوير للأوعية كلها تلعب دوراً هاماً. ولتحقيق أقصى مايمكن من الظروف التصحاحية فإن كل الأجزاء الملامسة للأغذية السائلة تصنع من صلب غير قابل للصدأ عالى الدرجة ومقاوم للحمض. وتصمم الأجهزة للتنظيف فى المكان (ن.م CIP) بحيث قد لايكون هناك أى "أمكنة عمياء blind spaces" ويمكن التنظيف والتعقيم بدون فك.

والإعتبارات الإقتصادية تشمل تكاليف الأجهزة والتكاليف لكل وحدة تملأ. وهذا الحساب يشمل سرعة العملية ووقت التنظيف والتعقيم والوقت اللازم للتغيير من منتج إلى آخر أى من وحدة حجم إلى أخرى. وتمنع بعض البلاد تعبئة المشروبات الخفيفة والبيرة فى أوعية لايعاد إستخدامها ولذا فقد عاد إستخدام القارورات الزجاجية مع مشاكلها من الغسيل وإحتمال تلوث المنتج والكسر...الخ.

تعبئة المواد الصلب
packaging of solids

تقسيم المواد الصلبة ينبنى على أساس درجة تغير شكلها عندما تتعرض للإنضغاط وعلى ما إذا كانت طرية أو جاسئة. وهذا قد يؤثر على حماية مواد التعبئة وتقبلها بواسطة المستهلك. وهناك نوعان من المنتجات:

١- أغذية صلبة لاتتغير فى الشكل مثل التوست والبسكويت والبسكويت المالح والجبن الجافة والحلويات والشكولاتة .....الخ.

٢- منتجات تتغير فى الشكل مثل أرغفة الساندويتش والحلوى الصناعية industrial pastry والجبن الطرية واللحوم ومنتجات اللحوم.

وتؤخذ المنتجات المخبوزة كمثال لهذه الأغذية فهى تحتوى أمثلة على المنتجات التى لاتتغير فى

الشكل مثل التوست والبسكويت والبسكويت المالح crackers وتلك التى تتغير فى الشكل مثل الخبز والكيك الإسفنجي. وفى هذه المنتجات كما فى معظم الأغذية الصلبة فإن التفرقة هى عن طريق نشاط الماء نم a_w فلمنتجات الخبيز الجاسئة rigid نشاط الماء نم a_w منخفض حوالى ٠,٠٥ - ٠,٣ وللمنتجات الطرية حوالى من ٠,٧٠ - ٠,٩٦.

❖ سبب التغير causes of alterations

التغيرات فى معظم الأغذية الصلبة المعبأة تلاحظ أنها نقل للكتلة أو الطاقة خلال العبوة بفرض وجود معطى donor (البيئة أو مادة العبوة...الخ) ومُسْتَقْبِل acceptor (الطور المتحرك للغذاء الصلب). وقد يبدو هذا معقداً ولكن له ميزة الإعتماد على معادلات التقليدية للإنتشار. والخواص المطلوبة فى مواد التعبئة يمكن أن تُقَرّب بطريقة ديناميكية وتستنتج من نماذج رياضية للتنبؤ بعمر الرف. وهناك ثلاثة أنواع من التغير ستناقش: نقل بخار الماء ونقل الإشعاع (الضوء) ونقل الكيماويات أثناء التخزين.

التغير فى الجودة النابع من نقل بخار الماء
quality changes originating from transfer of water vapor

المنتجات التى لاتغير الشكل
non-deformable products

فى هذا النوع من الأغذية فإن الزيادة فى نم عادة هو مصدر التغير ويؤدى إلى فقد فى القصافة crispness وإن كانت الزيادة فى الرطوبة قد تكون حامياً ضد أكسدة الدهون فى الأغذية ذات الرطوبة المنخفضة وفى معظم الحالات يبقى فى الحيز العلوى بعد قفل الوعاء أكسجين يكفى لإبتداء الأكسدة عندما يكون هناك مُسْتَقْبِل مثل الروابط الإيثيلينية ethylenic bonds فى الأحماض الدهنية غير المشبعة. ويجب ملاحظة أن فى منتجات الخبز الجاسئة ولها نم ٠,٣٠ خطر التغيرات الكيموحيوية أو من الكائنات الحية الدقيقة غائب.

المنتجات التى تغير الشكل
deformable products

نشاط الماء (نم) لهذه المواد هو ٠,٧٠ وهذا يوافق زيادة فى إتاحة مواقع تفاعل التهدم نظراً لتعزيز تحرك الماء. والخطورة تأتى فى هذه الحالة من نقل بخار الماء (كسب أو فقد كمى) والتفاعلات الكيماوية والإنزيمية وفساد الكائنات الحية الدقيقة. كما قد يحدث فى هذه المنطقة من قيم نم إعادة ترتيب تركيبى للنشا مما يؤدى إلى التغير المعروف بالأجون staling.

وحركيات تفاعلات التغير تعتمد على مكونات الغذاء مثل أكسدة الدهون فإذا نحيت الدهون بواسطة الطور النشوى كما فى الكيكة الجافة (سابليه sablé) فلا يحدث أكسدة دهون ويمتد عمر الرف للكيكة. وإذا كان الدهن على سطح المنتج كما فى المأكولات الخفيفة المبثوقة فأكسدة الدهون تصبح عامل محدد فى ضمان الجودة للأغذية الصلبة المعبأة. وإتاحة الماء للتفاعلات الإنزيمية أو نمو الكائنات الدقيقة قد يُحَدّ بإضافة مواد تكبح من نم مثل السكريات وعديدات الكحول polyols والجليسرول والبروتينات. ولتقليل التحول للبنية/

الإسمرار غير الإنزيمى فمن المهم خفض مدة التعرض لضغط بخار الماء عن القيمة المثلى (نم = ٠,٦٥ – ٠,٧٥) لتفاعل مايارد Maillard reaction ولكن مظهر المنتج الذى يفضله المستهلك هو جزئياً ناتج من تفاعل مايارد.

التغير النابع من التعرض للضوء
alteration originating from exposure to light

الإشعاع خاصة الأشعة البنفسجية لها تأثير حفزى على تغيرات جودة الأغذية فتغيرات الهدم مثل هدم الفيتامينات القابلة لذوبان فى الدهون وفقد الريبوفلافين والفيتامينات الأخرى والتغيرات فى البروتينات والصبغات تُسْرَع بالضوء ووجود الأكسجين يتصل كثيراً بهذه التفاعلات المُحَفَزَة بالضوء. وهذه التغيرات تؤدى إلى أغذية مترنخة مع تغير فى اللون ونقص فى القيمة الغذائية ويلاحظ المستهلك تغيرات اللون والنكهة فيجب حفظ الأغذية التى لاتتغير شكلها فى أوعية تحافظ على ضغط أكسجين جزئى منخفض وتكون غير شفافة.

التغيرات النابعة من تفاعل غذاء–وعاء
alternations originating from food-package interactions

قد يحدث فى المنتجات التى لاتغير الشكل (نم ≥ ٠,٣) هجرة بعض مكونات مادة التعبئة (عديد أوليفينات polyolefins منخفضة الوزن الجزيئى والمكونات والمُشَحِمَات ... الخ) إلى طور الدهن المتحرك للغذاء. وبالمثل قد يحدث إمتزاز adsorption الدهون بواسطة المادة (عديد الإيثيلين وعديد البروبيلين ... الخ) التى على صلة بالغذاء الصلب.

وبالنسبة للمنتجات التى تغير شكلها (نم ≤ ٠,٧٠) فالطور المتحرك الأكثر وجوداً هو الماء وفقط الكيماويات المحبة للماء تعمل فى الهجرة أى مشتقات الأكريليك فى الورنيش ومشتقات الجليكول واليوريا والفورمول .... الخ. وفى هذه الفئة من الأغذية التى تغير شكلها فقد يكون كلا من الطورين المائى والدهنى متحركين كما فى بعض أنواع الكيك الإسفنجى حيث يلاحظ كلاً من الهجرتين. وتكوين وتركيب الناتج هو الذى يساعد على تحديد الطور المتحرك السائد الذى على صلة بمواد التعبئة ولو أن الدهن قد يكون مثبتاً على النشا والماء يُمْنَع من التحرك بواسطة مثبتات الرطوبة humectants فهذه الفئة من الأغذية الصلبة يصعب ضبط هجرة مكوناتها.

❖ المحافظة preservation

لحماية غذاء صلب من التغير فمن الضرورى وضع حاجز بينه وبين البيئة وهذا الحاجز يجب أن يهيىء لسعة إمتزاز الغذاء للعوامل المسئولة عن تفاعلات التدهور. وخواص الحجز لمواد التعبئة تحدد بنفاذيتها لعامل التدهور، أساساً نفاذية الغاز أو البخار من الخارج.

نفاذية مواد التعبئة
permeability of packaging material

نقل كتلة الأكسجين أو ثانى أكسيد الكربون أو بخار الماء أو مكونات العبير أو طاقة حرارية أو إشعاع (فوق بنفسجية وتحت حمراء ، β ، γ أو إشعاعات قصيرة/دقيقة) خلال مواد التعبئة يحكمه

عادة علاقة مأخوذة من قوانين فورييه Fourier أو فيك Fick. وفى حالة الإنتقال فى إتجاه وحيد unidirectional على حالة ثابتة وفى توازن فكمية المادة النافذة لكل وحدة من الزمن ز Q يعطيها قانون فيك الأول

ز = – ن س (Δن ÷ ل) $Q = -PA\,(\Delta P/l)$ (1)

حيث:

ن = النفاذية P = permeability

س = مساحة السطح النشط لمادة التعبئة

A = active surface area of packaging material

Δن = الفرق فى الضغط (أو التركيز) على جانبى مادة التعبئة

ΔP = difference in pressure (or concentration) on either side of packaging material

ل = سماكة مادة التعبئة

l = thickness of packaging material

ومعامل النفاذية ن P هو دالة لعدد من المتغيرات من بينها تركيب فلم التعبئة وخواص النافذ والزمن والضغط والسماكة (درجة الحرارة ثابتة). ويتوقف على حساسية المنتج لبخار الماء أو الأكسجين أو فقد مكونات العبير، يُحَدَدْ تكوين كل من مادة التعبئة وخواص الحاجز (الجدولان ٢، ٣).

التنبؤ بعمر الرف prediction of shelf life

للأغذية التى لاتغير الشكل فإن النقل الأكثر حرجاً هو نقل بخار الماء و/أو الأكسجين. وحركيات الهدم التأكسدى يجب أن تهيىء لكل فئة من المنتج بينما نموذج المعادلة المستخدمة لنقل بخار الماء يمكن أن تعمم.

وللأغذية التى تغير شكلها (نم ≤ ٠,٧٠) عادة يحدث إنتقال بخار الماء من الداخل إلى خارج العبوة. وفى بعض الأحيان أكثر من إنتقال واحد يجب أن يؤخذ فى الإعتبار مثلاً بخار الماء والأكسجين والنموذج الرياضى يصبح أكثر تعقيداً.

ومن أجل حساب عمر الرف لمنتجات حساسة للرطوبة تطبق المعادلة (٢)

(ء و ÷ ء ت) = ن س { (نخ – ند) ÷ ل } (٢)

$$\frac{dw}{dt} = PA\,\frac{(P_e - P_i)}{l}$$

حيث: (ء و ÷ ء ت) = إنسياب الرطوبة

dw/dt = flow of moisture

نخ ، ند = بالتتابع، ضغط بخار الماء فى الخارج وداخل الوعاء

P_e & P_i = water vapor pressure in the exterior and interior of the package, respectively.

وإذا كان التخزين يتم عند درجة حرارة ثابتة فإن نخ ، ند يمكن أن يحل محلهما نمخ ، نمد وهى قيم لنشاط الماء الخارجى والداخلى وتصبح المعادلة "٢"

ت = ث ∫ (من أصل إلى هدم) د (نم) ء نم (٣)

$$t = K \int_{origin}^{degradation} f(a_w)\, da_w$$

حيث: ت = عمر الرف للمنتج

ث = ثابت متصل بخواص المنتج ونفاذية مادة العبوة وظروف التخزين

t = shelf life of the product & K = constant related to the properties of the product, the permeability of the packaging material and the conditions of storage

جدول (٢): خواص بعض الأفلام المستخدمة فى تعبئة الأغذية الصلبة.

الفلم (السماكة ٢٥ ميكرومتر)	إنتقال الغاز (سم٣/م٢/يوم) (غاز جاف)			إنتقال بخار الماء (جم/م٢/يوم)	
	الأكسيجين على ٢٣°م	ك أ٢ على ٢٣°م	نتروجين على ٢٣°م	Δ ر ن ٩٠,٠٪ على ٣٨°م	Δ ر ن ٧٥,٠٪ على ٢٥°م
ع.أ.خ.ك (٠,٩١٧)	٧٤٠٠,٠٠	٤٠٠٠٠,٠٠	٢٨٠٠,٠٠	١٢,٥٠	٤,٠٠
ع.أ.ر.ك (٠,٩٦٠)	١٦٠٠,٠٠	١١٤٠٠,٠٠	٤٤٠,٠٠	٣,٧٠	١,٤٥
ع.ب (صب)	٣٠٤٠,٠٠	٩٧٦٠,٠٠	٦٩٠,٠٠	٨,٢٠	٣,٣٠
ع.ب.و (مبثوق معا)	١٥٥٠,٠٠	٥٢٨٠,٠٠	٣٢٠,٠٠	٥,٠٠	١,٣٥
ع.ب.و (مغطى)	١٥,٠٠	٨٨,٥٥	٤,٥٠	٥,٠٠	٢,٠٠
ع.ب.و (مغطى بأكريليك)	١٢٠٠,٠٠	٤٥٠٠,٠٠	٢٥٠,٠٠	٤,٦٠	١,٨٠
ع.ب.و (ممعدن)	٣٥,٠٠	١٠٨,٠٠	٦,٥٠	١,٠٠	
ك.ع.ف (جاسئ)	١٢٠,٠٠	٣٢٠,٠٠	٢٠,٠٠	٣٢,٠٠	١٢,٠٠
ك.ع.ف (موجه)	٢٧,٠٠	٦٨,٠٠	٢٠,٠٠	١٧,٥٠	٧,٠٠
ك.ع.ف (ملدن)	١٩٠–٣١٠٠	٤٣٠–١٩٠٠٠	٥٣–٨١٠	٨٥,٠٠	٣٢,٧٠
ك.ع.فى	١,٢٥–١٤,٥	٥–٥٠	٠,٤–٢,٥	٠,٦–٣,٢	٠,٢٥
ع.أ (صب)	٤٥٠٠,٠٠	١١٠٠٠,٠٠	٦٤٠,٠٠	١٧٠,٠٠	٧٠,٠٠
س.أ	٩٠٠,٠٠	٢٨٠٠,٠٠	١٢٠,٠٠		
عديد الكربونات	٣٢٠٠,٠٠	١٧٥٠٠,٠٠	٤٥٠,٠٠	١٧٨,٠٠	٧٢,٥٠
ع.س	٥٥,٠٠	٢٤٠,٠٠	١٢,٤٠	٢٠,٠٠	٧,٠٠
ع.س مغطى بـ ك.ع.فى	٨,٠٠	٣٢,٠٠	٢,٠٠	٨,٥٠	٣,٤٠
ع.س (ممعدن)	٠,٦٥	٣,٤–١٠,٠	٠,٢٠	١,٠٠	٠,٤٠
ع.أ٦	٤٠,٠٠	٢٠٠,٠٠		٢٨٠,٠٠	٨٠–١١٠
ع.أ.و٦	١٨,٠٠	١٢٠,٠٠	٩,٠٠	١٣٠,٠٠	٢٨,٣٠
ع.أ٦-٦	٣٥,٠٠	١٤٠,٠٠	١١,٠٠	٩٠,٠٠	١٥–٣٠
ك.أ.ف (٣٢٪ ايثيلين)	٠,١٦	٠,٤٥		٨٠,٠٠	٣٢,٠٠
فلم سيليولوزى ٤٤٥، غ.ك.ع.فى.أ	٨,٧٥	٨٠,٠٠	٣,٦٥	٨,٦٠	٣,٤٠

س.أ SAN: ستيرين اكريلونيترايل ؛ ع.أ.س PS: عديد الاستيرين ؛ ع.س PET: عديد الاستر ؛ ع.أ PA: عديد الأمايد ؛ ع.أ.و OPA: عديد الأمايد الموجه ؛ ع.أ.خ.ك LDPE: عديد الايثيلين منخفض الكثافة ؛ ع.أ.ر.ك HDPE: عديد الايثيلين مرتفع الكثافة ؛ ع.ب PP: عديد البروبيلين ؛ ع.ب.و OPP: عديد البروبيلين الموجه ؛ ك.أ.ف EVAL: كحول ايثيلين-فينايل : ك.ع.ف PVC: كلوريد عديد الفينايل ؛ ك.ع.فى PVDC: كلوريد عديد الفينيليدين ؛ غ.ك.ع.فى.أ MXXT: تغطية (ك.ع.فى).

جدول (٣): خصائص الرقائق laminates المستخدمة فى تعبئة الأغذية الصلبة.

الرقائق	إنتقال الغاز (سم٣/م٢/يوم) (غاز جاف)			إنتقال بخار الماء (جم/م٢/يوم)	
	الأكسيجين على ٢٣°م	ك أ٢ على ٢٣°م	نتروجين على ٢٣°م	Δ ر ن ٠-٩٠٪ على ٣٨°م	Δ ر ن ٠-٧٥٪ على ٢٥°م
فلم سيليولوز ٢٨٠ × ف.س + ع.أ ٤٠ ميكرومتر	١٢,٠٠			٤,٥٠	١,١٠
ع.ب.و مبثوق معا ٢٥ ميكرومتر + ع.ب مبثوق معا ٢٥ ميكرومتر	٦٥٠,٠٠			٢,٦٠	٠,٩٥
ع.س مغطى ك.ع.فى ١٢ ميكرومتر ± ع.أ ٤٠ ميكرومتر	٥,٠٠	١٥,٠٠	١,٠٠	٣,٧٠	١,٤٠
ع.س معدنى ١٢ ميكرومتر + ع.أ ٨٠ ميكرومتر	١,٠٠	٤,٠٠	٠,٢٠	٠,٥٠	٠,٢٠
ع.س.ع ١٢ ميكرومتر + ع.س.ع ١٢ ميكرومتر + ع.أ ٨٠ ميكرومتر	٠.١٠>	٠,١٠>		٠,١٥	٠,٠٦
ع.أ.و ١٥ ميكرومتر نهاية. ك.ع.فى + ع.أ ٦٠ ميكرومتر	١٠,٠٠	٣٠,٠٠	صفر	٥,٠٠	
ع.أ.و٦ ٢٠ ميكرومتر + ع.أ ٨٠ ميكرومتر	٤٠,٣٠		٢,٥٠		
ع.أ.و.ع ٦ ١٥ ميكرومتر + ع.أ ٨٠ ميكرومتر	٢,٠٠			٢,٥٠	
كرافت ٤٥ جم/م٢ + ع.أ ٢٠ مم/م٢ + نهاية. ك.ع.فى ٢٠ جم/م٢	٣٤,٠٠			١,٧٠	٠,٦٠
كرافت ٦٠ جم/م٢ + نهاية. ك.ع.فى ٣٠ جم/م٢	١٥,٠٠			١,٩٠	٠,٦٥
ع.س ١٢ميكرومتر+١١٩ميكرومتر + وحيدmonomer ٢٠ميكرومتر	٠,٢٠>			٠,١٠>	
فلم سيليولوزى ٣٢٠ غ.ن + أ ١٩ ميكرومتر + ع.أ ٣٥ ميكرومتر	٧,١٥			٠,١٥	٠.١٠
كرافت ٧٠ جم/م٢ + ع.أ ١٥ جم/م٢ + أ ١٩ ميكرومتر	٤,٣٠			٠,١٠	٠,٠٨
أ ١٩ ميكرومتر + كرافت ٧٠ جم/م٢	٢٥,٤٠			٠,٢٥	٠,١٥
أ ١٩ ميكرومتر + و.خ.ر ٢٠ جم/م٢ شمع	٢٨,٠٠			٠,٤٠	٠,١٥
٣٠ جم/م٢ و.خ.ر ٢٠ جم/م٢	٨,٠٠>	٣٥,٠٠>	٣,٠٠>		

ع M: معدنى، كرافت، ورق ؛ غ.ن DM: مغطى بالنتروسيليولوز على جانب واحد ؛ أ A: رقائق ألومنيوم ؛ و.خ.ر TPP: ورق مخرم رقيق ؛ ف.س XS: فلم سيليولوز مغطى بـ(ك.ع.فى)؛ ع.أ PE: عديد الإيثيلين. الإختصارات الأخرى المستخدمة هنـا هـى الإختصارات الموجودة فى جدول (٢).

والمعادلة "٣" تصلح فقط عندما يبتدى الهدم من تغير فـى نم نتيجـة إنتقـال الرطوبـة. وفـى حالـة التدهـور التأكسدى فإن معادلتين يمكـن تطبيقـهما واحدة لنقل الأكسجين والأخـرى لإمتزازه بواسطة الغذاء فللإنتقال العلاقة هى

ء(أ٢) ÷ ءت = نأ٢ س (Δن÷ل) مأ٢ (٤)

$$\frac{d(O_2)}{dt} = P_{O_2}\ A\ \frac{\Delta P}{l}\ m_{O_2}$$

حيث:

ء(أ٢) ÷ ءت = معدل إنسياب الأكسجين إلى العبوة

$d(O_2)/dt$ = flow of oxygen into the package

نأ٢ = النفاذية P_{O_2} = the permeability

س = نفاذية السطح

A = surface of permeation

Δن = الفرق فـى ضغـط الأكسجين بـين داخـل وخارج العبوة

ΔP = pressure difference of oxygen between interior and exterior of the package

مأ٢ = مقدرة الغذاء على الإمتصاص

m_{O_2} = absorption capacity of the food

ل = ثخانة الفلم

l = thickness of packaging film

وعادة يعتبر الأكسجين يمتز بواسطة الغذاء وأن معدل الإمتزاز ء(أ٢) ÷ ءت يعطى

ء(أ٢) ÷ ءت = ضأ٢ ÷ (ث١ + ث٢ضأ٢) (٥)

$$\frac{d(O_2)}{dt} = \frac{P_{O_2}}{K_1 + K_{2P_{O_2}}}$$

حيث: ض أ٢ = الضغط الجزيئى للأكسجين

P_{O_2} = partial pressure of oxygen

ث١، ث٢ = ثابتان يتصلان بالدرجة التى يمتز بها الغذاء الأكسجين

K_1 & K_2 = two constants related to the degree by which food adsorbs oxygen

وزيادة فى معدل إمتزاز الأكسجين يشجع زيادة الأكسدة ومع ذلك فعوامل أخرى كثيرة تؤثر على هذا الهدم (الضوء والمعادن الثقيلة ونشاط الماء ...الخ) ومن الصعب وجود نموذج رياضى يأخذ فى حسابه عمر الرف بالنسبة للأكسدة.

وتهدمات أخرى يمكن أن يتنبؤ بها من نماذج رياضية مثل التحول للون البنى/الأسمر فى نماذج (سكر مختزل + حمض أمينى) فى نشاط ماء (نم) فى مدى ٠,٥٥ - ٠,٨٥ ولكن التنبؤ الصحيح لتهدم حقيقى فى منتج حقيقى غير محقق.

زيادة عمر الرف increase of shelf life

عندما تعرف تفاعلات الهدم فمن الممكن إقلال معدلها بحيث يزيد عمر الرف وأساس هذا هو نقص إتاحة المعطى أو المستقبل فى عوامل الهدم. وإذا كان المستقبل الماء فإن إتاحته تنقص بإضافة مثبتات الرطوبة humectants (عديد الكحولات polyols والسكريات والبروتينات) فى مواصفات منتجات الخبيز مما ينقص نم a_w من ٠.٨٥ إلى ٠,٧٥ للكيكة الإسفنجية. والحفظ ضد الأكسدة و/أو نمو الكائنات الدقيقة يحصل عليه بتغيير الجو الداخلى للعبوة بإستخدام خليط من النتروجين وثانى أكسيد الكربون. فضغط جزيئى منخفض للأكسجين مع جو ثانى أكسيد كربون/نتروجين يساهم فى زيادة عمر الرف فمثلاً الفطائر الصناعية مع مستوى نم حوالى ٠,٩٠ يمكن أن يمد عمر الرف لها إلى ٣ أشهر.

وثبات غذاء صلب يمكن الحصول عليه أيضاً خلال معاملة سطحية حرارية بإستخدام طاقة إشعاع من أشعة تحت حمراء أو أشعة قصيرة/دقيقة. وكذلك يمكن إختيار حاجز بين (فلم مبلمر أو طبقات laminates) وقد يكون شفافاً أو معتماً فعوامل الحجز فى مادة العبوة تتغير إذا تفاعلت مع عوامل الهدم مثل بخار الماء أو الأكسجين. وهذه التفاعلات تعتمد على خاصية حب الماء أو كرهه للماء. وللمنتجات الحساسة لأى واحد من عوامل الهدم فإن مادة العبوة قد تحتوى كيماويات تسمح بكسح scavenge الأكسجين أو إمتزاز بخار الماء أو بعث الإيثانول أو ثانى أكسيد الكربون وهلما جرا. فالتعبئة تصبح حاجزاً نشطاً للحماية ومركزاً

لتفاعل كيماوى هام. ومع ذلك يجب مراعاة أن تهيئة مواد العبوات لحماية الغذاء يجب أن تكون إقتصادية وأن الغرض ليس الثبات المطلق للمنتج أثناء التخزين. وإن إحتياجها هو بالنسبة للأغذية الصلبة التى يتطلبها المستهلك.

مواد التعبئة المبلمرة المستخدمة مع الأغذية الصلبة

polymeric packaging materials used for solid foods

الجداول (٢، ٣) تعطى بعض الأفلام والرقائق laminates المستخدمة وعندما تكون خواص الحجز المطلوبة لايمكن تحقيقها بطبقة فلم واحدة فالطبقات/الرقائق laminates من مادة ذات عدة طبقات تستخدم وهو مايظهر فى الجدول (٢). ومعظم الأغذية حساسة لبخار الماء فنجد أن مواد العبوات حواجز جيدة لبخار الماء؛ عديد الاستر (كلوريد البوليفينيلدين مغطى أو ممعدن) وعديد البروبيلين الموجه. والأكلات الخفيفة والقصائف crisps تحتوى دهوناً ولها مساحة سطح كبيرة فتحتاج للحماية ضد الضوء والذى يحفز أكسدة الدهون ولذا تستخدم طبقات/رقائق laminates تستعمل رقائق الألومنيوم (الجدول ٣) فعديد الأستر الممعدن يستخدم مع ألومنيوم مبخر vaporized.

مكن التعبئة packaging machines

إن مناسبة مكنة التعبئة لمادة تعبئة معينة وللمنتج هى:

١- الزاوية التى عندها مادة اللف wrapping تتصل بالمُشَكِل الطاوى folding former مهمة لأنها قد تسبب علامة أو حتى قطع فى المادة وإحكام tightness فلم التعبئة يتوقف على شكل المُشَكِل former.

٢- وجودة القفل بالحرارة heat sealing لمادة التعبئة تتوقف على ضبط درجة الحرارة والضغط وزمن المكث dwell time. وأمثل نتائج يمكن الحصول عليها عندما يكون زمن المكث عند درجة حرارة الذوبان لمادة التغطية أو قرين البوليمر طويلة بدرجة كافية لضمان الإحكام بدون ضرر للمادة الأصلية.

٣- مادة اللف يجب أن تنزلق بسهولة بعد القفل على درجة حرارة عالية. وفى بعض الحالات فإنه من الضرورى تبريد اللوح plate المثبت فوق إسطوانات القفل.

٤- إن جودة القطع تتوقف على السكين وزاوية القطع ووضع السكين بالنسبة لفكوك القفل sealing jaws ...الخ.

كما أن فوق اللف over-wrapping يتطلب إنسجام المكنة ومواد اللف ومنع الكهرباء الإستاتيكية والإنزلاق السيىء تحت ظروف ساخنة وإضطراب ضبط درجة الحرارة ولف الفلم. وضرورى من أن تكون مادة التعبئة قابلة للقفل sealable على الجانبين وأن تكون مساحة القفل كافية وأن تركيب الغذاء الصلب (طرى أو جاسىء) لايؤثر على شكل وسطح القفل إذا أريد إحكام جيد ضد الغاز. (Macrae)

تفاعلات بين الغذاء ومواد التعبئة

فى الوقت الحاضر تعتبر عملية التعبئة خطوة أساسية فى سلسلة التصنيع الغذائى (التصنيع، الحفظ، التسويق، وأيضاً عملية الطبخ). أساساً تعمل العبوة على إحتواء المنتج وتعمل كحاجز للمحافظة على مستويات الرطوبة، المركبات الطيارة، المحتوى الغازى المعدل modified atmosphere للعبوة وذلك بغرض إطالة فترة الحفظ.

واللدائن تشكل القاسم الأعظم بين مواد التعبئة، منها ماهو مصنع من مواد محددة - متجانسة البوليميرات homopolymers - أو خليط من عدة مواد copolymer والتى يمكن أن تصنع فى صورة رقائق laminated أو مشكلة coextruded.

على النقيض من الزجاج فإن اللدائن تتفاعل مع الغذاء بعدة طرق تشمل:

- هجرة migration الغازات.
- الأبخرة.
- الرطوبة.
- المركبات صغيرة الوزن الجزيئى من:

أ- الغذاء (خلال العبوة).

ب- الغذاء إلى العبوة (لكن ليس من خلالها).

ج- الأجواء الخارجية إلى الغذاء (من خلال العبوة).

د- العبوة إلى الغذاء.

هذا بالإضافة إلى أن التفاعل قد يؤدى إلى حدوث تغيرات كيميائية فى الغذاء أو العبوة أو فى كليهما. وبصفة عامة فإن تعبير الهجرة عادة مايقصد به إنتقال بعض المواد من العبوة إلى الغذاء بالرغم من أن بعض مركبات الغذاء قد تهاجر أيضاً إلى مادة التعبئة. هذا وقد زاد الإهتمام بشكل ملحوظ مع ظهور العبوات المعاد إستخدامها reuse والمعاد تدويرها recycle.

ومن ثم فإن دراسة تفاعلات الهجرة تعتبر لاغنى عنها كمفتاح للتحكم فى إستخدام أى نوع جديد من أنواع العبوات، وكذلك التأكد من حد الأمان وتقدير أى آثار ضارة قد تؤثر على جودة الغذاء المعبأ.

(منال سعيد توفيق)

عباد الشمس **sunflower**

الإسم العلمى *Heliathus annus* L.

الفصيلة/العائلة: المركبة Compositae

أنظر: زيوت نباتية

عتب

عتبة **threshold**

أنظر: مذاق/رائحة

عتر

عتر/مردقوش **marjosam (sweet)**

الإسم العلمى *Origanum majorana* L. Syn. *Majorana hortensis* Moench, or *M. vulgaris* Miller

الفصيلة/العائلة: الشفوية Labiatae (Lamiaceae)

بعض أوصاف

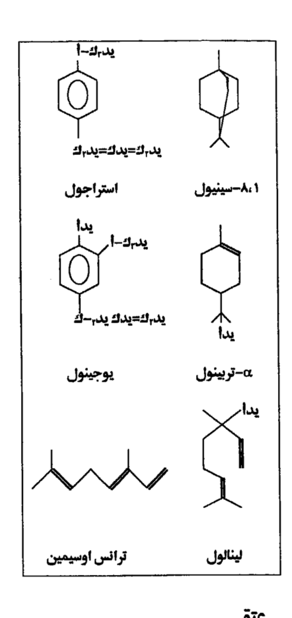
يوجد في الأماكن الجافة والصخرية، تحت عشب، والساق مستقيمة وتصل إلى ٦٠سم في الإرتفاع، والأوراق مبطنة أو إهليلجية مبيضة أو مخضرة ١١× ٢١ مم، والأزهار تتكون من شفة واحدة وكأس مثل القنابة وتويج له شفتان وأبيض ترتب في نور سنبلية spikes مرتبة في شكل نورة معنقدة حوالي ٥,٥ × ٣,٥ مم.

والأوراق لها رائحة فواحة ولطيفة وأروماتية وحادة قليلاً والمذاق توابلي ولذا تستخدم في الصلصات والبيض وأطباق الخضر والشوربة والجبن والكبد وبعض أنواع السجق واللحوم الممتازة وفي الفرموت.

وتقطع النباتات وتربط في حزم وتجفف في الهواء الطلق أو تنشر على صواني سلك في حجر مهواة وتجفف بالهواء الدائر الدافيء وتحفظ في أكياس أو بالات أو تجفف في مجففات على ٤٠°م.

ونسبة الزيت تبلغ ٠,١٢٪ وهو يحتوي على: ٤٩-٦٥٪ ١،٨-سينيول 1,8-cineole، ٢٥٪ استراجول estragole، ١٥٪ α-تيربينيول α-terpineol، ١١٪ يوجينول ولينالول وخلات الجناريل gnaryl acetate وأوسيمين ocimene.

والأسماء: بالفرنسية marjolaine أو origan وبالألمانية Marienkraut أو Marjoran وبالإيطالية maggiorana وبالأسبانية majonana. (Stobart)



عتق

عَتَّقَ **to age**

أنظر: لحم

عتم

عتم/زيتون برى/أتم
oleus/tur/wild olives

أنظر: زيتون برى

عَجَتْ

عجوة	agwa/compressed dates

أنظر: تمر

عجل

عِجْل	calf

أنظر: لحم البقر

عَجَنَ	to knead
عجينة	dough

أنظر: خبز، فطائر، ... ألخ.

العجائن الغذائية : المواد الخام والتصنيع
pasta: raw materials and processing
(Donnelly)

الإصطلاح العجائن الغذائية pasta يشمل الإسباجتى spaghetti، المكرونة macaroni والشرائطيات noodles والإيطاليون وهم أكثر المستهلكين لها فى العالم يسمونها pasta alimentare والفرنسيون يطلقون عليها pates alimentaires. ويوجد منها أشكال مختلفة كالأكواع elbows والأصداف shells والشرائطيات noodles وغير ذلك.

وأحد تعريفات المكرونة أنها قسم من الأغذية كل منها تحضر بتجفيف الوحدات المكونة من العجين المصنوع من السميد semolina ودقيق القمح الصلد durum wheat وجريش الدقيق "بالنخالة" farina والدقيق أو من أى إثنين أو أكثر منها، مع الماء وواحد من المواد الأخرى التى يمكن إضافتها.

المواد الخام لمنتجات العجائن الغذائية
raw materials for pasta products

منتجات العجائن الغذائية: المكرونة والإسباجتى والشعيرية vermicella والشرائطيات تنتج أساساً من السميد وحبيبات القمح الصلد durum granulors والدقيق الناتجة من طحن القمح الصلد. ولكن إلى مدى أقل قد يستعمل جريش الطحين "بالنخالة" farina والدقيق من قمح عادى common wheat وقد تصنع هذه العجائن الغذائية من منتجات القمح الصلد مع منتجات القمح العادى ولكن الجودة تكون أقل (اللون وجودة الطبخ مثلاً).

أ- القمح الصلد durum wheat

يمكن أن يقسم القمح الصلد إلى ست درجات (الولايات المتحدة) ويبنى هذا التقسيم على أساس: أقل إختبار وزن/بوشل، مقدار الحبوب التالفة فى حدود، للمواد الغريبة والحبوب المنكمشة shrunken والمكسورة والعيوب defects وأكثر حدود مع القمح من الأقسام الأخرى. ثم يقسم القمح الصلد إلى ثلاثة تحت أقسام:

١- قمح صلد عنبرى صلب hard amber durum wheat: يجب أن يحتوى على ٧٥٪ أو أكثر من حبوب زجاجية vitreous لونها عنبرى amber.

٢- قمح صلد عنبرى amber durum wheat:
يجب أن يحتوى على ٦٠٪ أو أكثر ولكن أقل من ٧٥٪ حبوب زجاجية لونها عنبرى.

٣- قمح صلد durum wheat: يحتوى على أقل من ٦٠٪ حبوب زجاجية لونها عنبرى.

ويلاحظ أن المحتوى البروتينى فى القمح الصلد لايدخل فى تقدير الدرجة، ولكن محتوى أقله ١١٪ فى السميد يلزم لعمل عجائن غذائية لها قيمة أكلية جيدة .

ب- السميد semolina

إن طحن السميد ينفرد بأن الغرض هو تحضير جريش طحين "بالنخالة" حبيبى granular middlings مع أقل قدر من الدقيق. ولإنتاج عجائن غذائية جيدة فإن حجم جسيم السميد يجب ألايكون زائد الخشونة أو زائد الدقة not too coarse nor too fine. ويبتدىء الطحن بتنظيف القمح لإزالة المواد الغريبة والحبوب المنكمشة والمكسورة. يلى ذلك تهيئة القمح tempering إلى رطوبة نسبية حوالى ١٦,٥٪ تعمل على تجشيب toughen القصرة ليمكن فصل الردة عن السويداء بكفاءة كما أن التهيئة الجيدة تعمل على تقليل حجم الحبيبة إلى الحجم المناسب مع إنتاج أقل قدر من الدقيق. ويعمل النخل والتنقية المناسبة على إنتاج أكبر قدر من السميد ورقائق ردة كبيرة مع أقل قدر من مسحوق الردة. وعملية طحن القمح الصلد معقدة وتشمل تكرار الطحن grinding والنخل sieving. فيطحن القمح المهيىء tempered على سلسلة من إسطوانات الكسر المعرجة corrugated بغرض فتح الحبة لإخراج السويداء وفصلها عن الردة. وتقوم إسطوانات أخرى بعد ذلك لها تعرجات أدق لطحن الجريش (السميد semolina) middlings إلى الحجم المناسب. ويتكرر النخل على مناخل هزازة vibrating sieves بين كل طحن وآخر لتقليل حجم السويداء إلى الحجم الحبيبى المناسب proper granular size. وفى النهاية تتم التنقية لفصل أكبر قدر ممكن من جسيمات الردة الصغيرة والدقيق من السميد. وينتج حوالى ٦٤٪ سميد، ٩٪ دقيق من القمح الصلد جيد الدرجة.

ويمكن أن يعرف السميد semolina بأنه جريش الطحين "بالنخالة" middlings من القمح الصلد الذى طحن بحيث يمر من خلال منخل رقم ٢٠ أمريكى وليس أكثر من ٣٪ تمر خلال منخل رقم ١٠٠ أمريكى No. 100 US.

دقيق القمح الصلد هو السويداء المنقاه التى طحنت إلى دقة كافية حتى يمر ٩٨٪ على الأقل منه خلال منخل ٧٠ أمريكى.

ويفضل السميد الذى تكون جسيماته متماثلة. فإن لم يتوفر ذلك فإن الجسيمات الدقيقة تميل إلى إمتصاص ماء أسرع من الجسيمات الكبيرة وتتكون بقع بيضاء white specks على العجائن الغذائية.

ويستعمل حبيبات القمح الصلد durum granular عادة فى العجائن الغذائية قصيرة القطع short-cut مثل الأصداف والأكواع elbows.

ويستخدم دقيق القمح الصلد أساسياً في عمل الشرائطيات ومنتجاتها لأن الدقيق الناعم يعطي مخلوطاً مع البيض أكثر نعومة وتجانساً.

ويقسم دقيق القمح الصلد تبعاً لمحتواه من الرماد إلى:

دقيق ممتاز صلد	fancy durum patent flour
دقيق صلد	durum patent flour
مستقيم	straight
درجة أولى	first class

ج- الماء water

الماء المستخدم في تصنيع العجائن الغذائية يجب أن يكون نقياً خالياً من أى نكهات غير مرغوبة وصالحاً للشرب. ولما كانت هذه العجائن الغذائية تصنع على درجات حرارة أقل من درجات حرارة البسترة فإن عدد محتوى الماء من الكائنات الدقيقة ينعكس على المنتجات فإستعمال ماء نقى نقطة هامة. ولكن الطرق الحديثة التى تستخدم فيها درجات حرارة عالية أو الأمواج القصيرة ساعدت على الوصول على منتجات عدد الكائنات الدقيقة فيها أقل من إستعمال الطرق التقليدية.

إنتاج العجائن الغذائية pasta production

أ- البثق extrusion

عند إستخدام طريقة التجفيف التقليدية تحت ٥٥°م تكون الخطوات الأساسية: ضغط مستمر، هزاز/باسط shaker/spreader، مجفف مبدئى predryer، مجفف نهائى finish dryer، التخزين والتعبئة.

وفي الضاغط المستمر يضاف الماء إلى السميد للحصول على عجين نسبة الرطوبة فيه حوالى ٣١٪ ويتم خلط الماء والسميد في غرفة تدور عكسياً مع عمل تفريغ قبل البثق. والدوران العكسى يحدد من تكور العجين balling ويعمل الفراغ على تقليل تكون فقاعات هواء صغيرة في العجين كما تحد من تأكسد صبغات الزانثوفيل والليتونين إذ تعطى الفقاعات الهوائية مظهراً طباشيرياً للعجائن الغذائية وتقلل من قوتها الميكانيكية أما أكسدة الصبغات فتقلل من المظهر الأصفر الجذاب attractive.

وأساس الضاغط المستمر الباثق المخرم extrusion auger الذى يقوم بعجن العجين إلى كتلة متجانسة قبل البثق من القالب die والمخرم auger يدخل fits داخل برميل البثق ذى الأخاديد grooves مما يساعد على تحريك العجين للأمام ويقلل من الإحتكاك بين المخرم وداخل البرميل أثناء البثق. ويحاط برميل البثق بجدار مزدوج مبرد بالمياه ليحفظ درجة الحرارة بالقرب من ٤٠°م أثناء البثق. وسواء صنع القالب die من البرونز أو الصلب غير القابل للصدأ فإنه يغطى بالتفلون teflon لزيادة عمر القالب وإعطاء ناتج ناعم وذى مظهر جيد، ولتحسين معدل البثق.

ب- التجفيف drying

تخرج العجائن الغذائية من الباثق ونسبة الرطوبة بها ٣١٪ تقريباً ولكن يجب أن تخفض هذه النسبة إلى ١٢٪ حتى يكون الناتج صلباً ويحتفظ بشكله ولايتلف أثناء التخزين. وإذا كان التجفيف بطيئاً جداً فإن الناتج ربما تلف ونما الفطر عليه أثناء

التجفيف، وبالعكس فبالتجفيف السريع جداً فإن تدرجاً gradient في نسب الرطوبة ينتج ويؤدى إلى التشقق و/أو الـ check. والـ checking قد يحدث خلال التجفيف أو حتى خلال أسابيع بعد تعبئة المنتج. فإذا وجدت ضغوط عالية نتيجة لتجفيف غير مناسب فإن أى تغيير في نسبة الرطوبة قد يؤدى إلى منتج checking product.

وفي التجفيف التقليدى للعجائن الغذائية تكون درجات الحرارة ٥٥°م (١٣١°ف) لمدة ١٦ ساعة للمنتجات الطويلة long goods و ٨ ساعات للمنتجات القصيرة short goods.

وقد إرتفعت درجة حرارة التجفيف في التجفيف ذى درجات الحرارة المرتفعة إلى ٧٥°م مع عدد ١٠ ساعات للمنتجات الطويلة، ٤,٥ ساعة للمنتجات القصيرة مما نتج عنه عد بكتيرى أقل وناتج ذى قيمة أعلا.

ثم رفعت درجات حرارة التجفيف إلى تجفيف ذى درجات درجات عالية جداً utra/very (VHTD) high temperature drying حيث استخدمت درجات ١٠٠°م أو أعلا مع أزمنة ٥,٥ ساعات للمنتجات الطويلة ، ٢,٥ ساعة للمنتجات القصيرة.

كما نجح التجفيف بالموجات القصيرة مع المنتجات القصيرة (ولكن ليس لتطبيقه صناعياً مع المنتجات الطويلة). وهو يتكون من ثلاث مراحل: تجفيف مبدئى predryer مستخدماً الهواء الساخن التقليدى ثم هواء مسخن بالموجات القصيرة ومرحلة ثالثة يتم فيها التساوى equalizer stage والزمن الكلى أقل من ساعتين. ومن الميزات تقليل المساحة المطلوبة إلى ٣/١ أو ٤/١ التجفيف التقليدى وتقليل وقت التجفيف وتحسين لون الناتج وقيمته الطبخية وتقليل عدد الكائنات الدقيقة وتقليل المصاريف الصحية sanitation costs وتقليل مصاريف التشغيل.

جـ- التعبئة packaging

هناك الآلاف من أحجام وأشكال وأنواع العبوات التى توضع وتباع فيها هذه العجائن الغذائية وكلها تعمل على منع التلوث والتلف أثناء النقل والتخزين وتعرض المنتج بطريقة جيدة وملفتة للمستهلك.

ويستخدم السيلوفان مع الشرائطيات noodles حيث أنها رائقة وتمنع الحشرات ومانعة للرطوبة. أما عديد الإيثيلين منخفض الكثافة low density فيعطى الميزات الأخرى ولكنه غير رائق ويصعب رصه على الأرفف في المتاجر. وكثيراً ماتستخدم صناديق الكرتون cardboard لسهولة الرص ويَحْمِى الناتج فيزيقياً كما يسهل طبع الدعاية وقراءتها عليه.

الصورة الغذائية للعجائن الغذائية
nutrient profile of pasta

أن ٠,٦٨ جم من العجائن الغذائية التى بها ١٢٪ بروتين تعطى الإحتياجات اليومية من البروتين للشخص البالغ ولكنها منخفضة في الليسين ولكن هذه المنتجات يكثر إستهلاكها مع اللحوم والجبن ومنتجاتها بحيث يكون الناتج من الوجهة الغذائية جيداً جداً.

وهي منخفضة في محتوى الدهون ولكن ٦٣٪ من المنتجات التي لايدخلها بيض تتكون من حمض اللينولييك الأساسي.

وهي مصدر جيد للكربوايدرات المعقدة للرياضيين والأشخاص الذين يريدون غذاءا منخفضاً في الصوديوم. ويمكن أن تعمل على زيادة المخزون من الجليكوجين قبل الجرى الطويل (الماراثون).

منتجات العجائن الغذائية المقواة بالبروتين
protein-fortified pasta products

لتحسين بروتين وقيمة العجائن الغذائية من الوجهة الغذائية أسْتُخْدِمَت مواد كثيرة منها دقيق الصويا، لبن فرز جاف، دقيق القمح، دقيق الشوفان، جنين الذرة، الكازين، لبن الصويا والذرة corn-soy milk، مركزات بروتين السمك. ولكن هذه المواد أثرت على تقبل المستهلك لها من حيث اللون أو الطعم أو القوام أو شعور الفم mouth feel.

العوامل المؤثرة على جودة العجائن الغذائية
factors influencing pasta quality

أ- العجائن الغذائية المصنعة من السميد وجريش الطحين "بالنخالة"
pasta processed from semolina/farina

عندما تصنع العجائن الغذائية من القمح الصلد فقط فإنها تعطى نتائج أحسن مما تصنع من مخاليط منها مع القمح العادى وهذه الأخيرة أحسن مما تصنع من قمح عادى فقط. وفى إستعمال المخاليط بنسب مختلفة مع التجفيف بعد البثق على درجات حرارة مختلفة من ٤٠ - ٨٠°م فإن رفع درجة الحرارة حَسَّنَ من لون الإسباجتي وزاد من التماسك أثناء الطبخ وقلل من الفقد في الطبخ وكذلك الوزن بعد الطبخ. أما زيادة نسب قمح الربيع الصلب أو قمح الشتاء الصلب (جريش الطحين "بالنخالة" farina) فتسبب تقليل الفقد فى الطبخ وتقليل الوزن بعد الطبخ ولون الإسباجتي. ولكن التجفيف على درجة حرارة عالية حَسَّنَ من تماسك الإسباجتي.

وبالنسبة للشرائطيات noodles فقد قسمت إلى نوع صينى chinese وآخر يابانى أو كورى. وفى النوع الصينى يستخدم ماء قلوى lye water فى التصنيع فى حين أن النوع اليابانى يستخدم ماء مالح salt water. وقد أسْتُخْلِص من الدراسات أن نسبة البروتين فى الشرائطيات الكورية أمثلها هو من ٩,٢٨ - ٩,٦٢٪ بغض النظر عن نوع الخليط المستخدم وأنه لم يكن هناك فرقاً جوهرياً فى القيمة الطبخية (الوزن بعد الطبخ والحجم بعد الطبخ والفقد فى الطبخ) بين المنتجات المخلوطة.

ب- العجائن الغذائية المصنعة من حبوب تالفة بالإنبات
pasta processed from sprout-damaged grain

إذا تأخر الحصاد فربما يحدث إنبات قبله وقد وجد أنه بزيادة التالف من الإنبات (decreasing falling numbers) فإنه يؤثر عكسياً على إختبار الوزن وتوزيع الحبة kernel distribution وأداء الطحن milling performance ولون الناتج والقيمة الطبخية. كذلك ربما تمددت الإسباجتي ووقعت من القضبان أثناء التجفيف.

ج- العجائن الغذائية المصنعة من قمح منخفض في إختبار الوزن
pasta processed from low test weight (T.Wt) wheat

إختبار الوزن (رطل/بوشل أو كجم/هكتولتر hl) يؤثر على درجة القمح وعلى الطحن. وكلما قل إختبار وزن القمح الصلد قلت إمكانيات الطحن milling potential لإنخفاض السميد الناتج مع إرتفاع نسبة الرماد فيه، ولون أكمد duller للسميد. ولكن إختبار الوزن المنخفض إرتبط بتحسن تماسك الإسباجتى المطبوخة ومرونتها resilience بسبب الإرتباط السالب القوى بين إختبار الوزن وبروتين القمح.

د- الدهون ودورها فى تحديد القيمة الطبخية للإسباجتى
lipids & their role in determining spaghetti cooking quality

بالرغم من أن نسبة الدهون منخفضة إلا أنه يظهر أنها تؤثر على الخواص الطبيعية للإسباجتى المطبوخة. ويبدو أن الدهون تعانى من تغيرات كيماوية و/أو تعقيد complexation نتيجة الفعل الميكانيكى من القلاووظ screw على عجين السميد أثناء البثق . وأنه ربما إرتبط ٩٠٪ من الدهون الحرة فى السميد أثناء التصنيع وخاصة خلال التجفيف.

وتؤثر الجليسريدات الأحادية على القيمة الأكلية للإسباجتى فقللت من الإلتصاق السطحى وحسنت من حدود tolerance الطبخ الزائد overcooking وربما نتج نقص الإلتصاقية من مقدرة الجليسريدات الأحادية على تكوين معقدات غير ذائبة فى الماء مع الأميلوز. وعند درجات الحرارة المنخفضة (٣٠ -٤٠°م) تعمل الجليسريدات الأحادية غير المشبعة فى حين أن الجليسريدات الأحادية المشبعة تعمل على درجات أعلى من ٦٠°م.

وفى المعلقات suspensions فإنه عند ٣٠°م ربط الاميلوز كميات صغيرة من الدهون نظراً لتركيبها الممتد. ولكن عند درجات حرارة التجلتن gelatinization (قرب ٦٠°م) وماينتج عن ذلك من تحول الأميلوز من الشكل الممتد extended إلى الشكل اللولبى helical فإن مقدار الجليسريدات الأحادية المرتبطة بالنشا زادت ووصلت إلى أعلاها maximum عند ٩٠°م. فإذا حدث مثل هذه الآلية mechanism فى العجين فإنه يشرح سلوك العجين إذ تقل العجائن الغذائية فى الإلتصاقية عند تجفيفها على درجات حرارة مرتفعة عند إضافة الجليسريدات الأحادية عما لو جففت هذه العجائن الغذائية على درجات حرارة منخفضة.

هـ- مقارنة كمية البروتين بجودته وتأثير ذلك على القيمة الطبخية للعجائن الغذائية
protein quantity vs quality and impact on pasta cooking quality

إن العجائن الغذائية عند الطبخ يجب ألا تكون متعجنة mushy أو مطاطية rubbery ويجب أن تحتفظ بشكلها أثناء الطبخ وأن تكون متماسكة firm عند القضم bite كما أن زمن الطبخ هام بالنسبة لسرعة الطبخ وحدود الطبخ الزائد.

والقيمة الطبخية cooking quality تشمل الوزن بعد الطبخ cooked weight والفقد في الطبخ cooking loss والقوام أو التماسك بعد الطبخ cooking firmness. فالوزن بعد الطبخ (حجم التمدد expansion volume) هو مقياس لمقدرة إمتصاص العجائن الغذائية للماء أثناء الطبخ ويجب أن يكون الماء ثلاثة أمثال وزن المادة الجافة. أما الفقد في الطبخ فهو نسبة الجوامد solids التي تفقد في الماء. ويحدد التماسك بعد الطبخ الخواص المضغية chewing characteristics للعجائن الغذائية.

وهناك إرتباط قوى بين طرق تقدير التماسك الموضوعية (ر = ٠,٨١٢ = r) وتقديرات هيئات التذوق. وكذلك فإن إرتباطاً موجباً يوجد بين القيمة الطبخية وكمية وجودة البروتين. فعموماً البروتين العالي والجلوتن القوى في السميد يعطى عجائن غذائية ذات قيمة طبخية وأكلية أحسن وكذلك حدوداً أعلا للطبخ الممتد عن البروتين المنخفض أو الجلوتن الأضعف. ولذا فيجب إستخدام إختبارات مختلفة مثل جهاز قياس الخلط mixograph ومقياس تكون وثبات تلازج العجين farinograph والجلوتن المبتل wet gluten وترسيب كبريتات دوديسيل الصوديوم (SDS) sodium dodecyl sulfate والإستشراد (الهجرة) الكهربى electrophoresis والكروماتوجرافيا ومدى علاقتها بجودة العجائن الغذائية.

و- معادات الطحن وتأثيرها على جودة العجائن الغذائية

regrinds and impact on pasta quality

عادة يعاد إستخدام من ٥ - ١٥٪ من الناتج (معادات طحن regrinds) وتصنع بعد خلطها مرة ثانية مع المادة الخام مثل الخلط والبثق في الضاغط. ولكن إذا زادت النسبة عن ١٥٪ فإن هذا يؤثر عكسياً على اللون بخفضه (الإسباجتى) وعلى التماسك بعد الطبخ ويقلل من حدود الطبخ الممتد إذا قورن بإستخدام ١٠٠٪ سميد في إنتاج الإسباجتى.

تقييم جودة العجائن الغذائية

pasta quality evaluation

تختلف عوامل جودة العجائن الغذائية من بلد إلى آخر.

ففي إيطاليا تقدر خواص بعد الطبخ مثل:

١- الإلتصاقية stickiness: وهي حالة تفتت السطح surface disintegration للناتج المطبوخ وتقدر بالنظر والمقارنة.

٢- التماسك firmness: وهو مقاومة العجينة الغذائية المطبوخة عندما تمضغ أو تُمَطَّل (تبطط) flattened بين الأصابع أو تقطع بين الأسنان.

٣- الحجمية bulkiness: وهي درجة إلتصاق جدائل/خيوط strands العجينة الغذائية بعد الطبخ وتقدر بالنظر وباليد manually.

وفي الولايات المتحدة تستخدم طرق تقدر فيها القيمة الطبخية للعجينة الغذائية بل أيضاً خواص المواد الخام الداخلة في إنتاجها ويستعمل الحاسوب والتحليلات الإحصائية في ذلك.

وهناك تزايد فى إستهلاك العجائن الغذائية الطازجة fresh pasta الناتجة من ضاغط البثق extrusion press وبها ٣١٪ رطوبة وتباع غير معبأة فلايوجد متطلبات للرشم labelling requirements ولها عمر على الرف حوالى ٣٠ يوم وبالتجميد يمكن إطالة هذا العمر.

كذلك ربما يضاف للعجائن الغذائية نكهات مختلفة للإستهلاك مع اللحوم والأسماك والطيور أو مجففات الخضروات كالإسفاناخ والجزر والطماطم والذرة والبروكولى وغيرها وكذلك التوابل وعيش الغراب والكَرى وربما أيضاً بعض الفواكه.

عدس

عدس/بلس/بلسن **lentils**

أنظر: بلس

عدن

معدن (معادن) **minerals**

المعادن ذات أهمية حرجة فى الغذاء بالرغم من أنها تكون ٤-٦٪ من جسم الإنسان. والمعادن الرئيسية (ماكرو) هى تلك التى تتطلب بكميات أكثر من ١٠٠ مجم فى اليوم وتمثل ١٪ أو أقل من وزن الجسم وهذه تشمل الكالسيوم والفسفور والمغنيسيوم والكبريت والبوتاسيوم والكلوريد والصوديوم (الجدول ١).

جدول (١): مصادر المعادن الرئيسية ووظيفتها الفسيولوجية ومظاهر نقصها وإحتياجاتها.

المعدن	المصادر	الوظائف الفسيولوجية	مظاهر النقص	الإحتياجات [أ]
كالسيوم	اللبن، الجبن، اللفت، الخضر.	تكلس العظام، تخثر الدم، تقلص العضلات، نقل خلال الأعصاب، نفاذية جدر الخلايا.	الكساح ولين العظام، التكرز، الرخوة.	٨٠٠ مجم
فسفور	الجبن، اللحم، السودانى، المشروبات الخفيفة.	تكلس العظام، إطلاق الطاقة، تركيب الأغشية، توازن حمض-قاعدة.	تعب، فقد الشهية، إزالة المعادن من العظام، ضعف العضلات.	٨٠٠ مجم
مغنيسيوم	توابل، النقل، القهوة، الكاكاو، الخضر.	أيض الخلايا، إسترخاء العضل، نقل خلال الأعصاب.	إضطرابات عصبية، ضعف العضل، التكرز tetany.	٣٥٠ مجم
كبريت	لحم، سمك، بيض، جبن، بقول.	نقل الطاقة، تكون الأحماض الأمينية الكبريتية والأنسولين وبعض الفيتامينات.	غير معروف.	–
بوتاسيوم	دبس السكر ،اللبن، بقول، الموز.	أليكتروليت فى توازن السوائل، نقل خلال الأعصاب، قبض العضلات، ضغط الدم.	الضعف، فقد الشهية، عدم إنتظام القلب، سلوك غير معقول.	٢٠٠٠ مجم
كلوريد	الملح.	أليكتروليت فى توازن السوائل، حموضة المعدة، توازن حمض-قاعدة.	قلاء أيضى مع قلة الكلور فى الدم.	٧٥٠ مجم
صوديوم	الملح، اللحوم المعالجة، الأغذية المعاملة.	أليكتروليت فى توازن السوائل، جهد الأغشية فى الخلايا، الدوخة/التهويم، النقل النشط، ضغط الدم.	الدوخة، فقد الشهية، الضعف، الإضطراب، إختلاجات، نقص صوديوم الدم.	٥٠٠ مجم

أ: التوصية اليومية من مجلس البحوث القومى (الولايات المتحدة).

أما المعادن الآثار trace (ميكرو) فهي ضرورية بكميات أقل (أقل من ١٠٠ مجم/يوم) وهي تكون أقل من ٠,٠١٪ من وزن الجسم وهي الخارصين والحديد والسيليكون والمنجنيز والنحاس والفلور واليود والكروم (الجدول ٢).

جدول (٢): مصادر المعادن الآثار الرئيسية ووظائفها الفسيولوجية ومظاهر نقصها وإحتياجاتها.

المعدن	المصادر	الوظائف الفسيولوجية	مظاهر النقص	الإحتياجات [أ]
الخارصين	اللحم، صفار البيض، الكبد، البقول.	التكاثر، النمو، حالة الجلد، إندمال الجروح، حدة المذاق، إستجابة المناعة.	نقص التطور الجنسي والنمو، تضرر الجلد، فقد الشعور، فقد الشهية، إضطرابات سلوكية.	١٥ مجم
حديد	الكبد، اللحوم، دبس السكر، البرقوق.	تكوين الهيموجلوبين، أكسدة خلوية.	فقر دم، تضرر الأداء الذهني والنفسي الحركي وتضرر تنظيم درجة حرارة الجسم.	١٠ مجم
سيليكون	بكتين، حبوب، بيرة.	تكلس العظام وتكوين الغضاريف والنمو.	نقص النمو وتطور الهيكل.	٥–٢٠مجم [ب]
منجنيز	الشاي، النُقل، الشوفان، الردة، الأناناس.	الغضاريف والعظام، عمل المخ، أيض الدهن والكربوايدرات.	طفح جلدي، إضطرابات عصبية، إنخفاض الكوليسترول، شذوذ في التركيب والسحيات.	٢–٥ مجم
نحاس	النُقل، الأسماك الصدفية، الكبد، الزبيب.	إستخدام الحديد، جهاز عصبي صحي، التصبيغ، جهاز مناعي، تكون الأوعية الجديدة.	فقر دم ، نقص التصبغ، شذوذ في الأعصاب والهيكل والغضاريف، إضطرابات قلبية، نقص كريات البيض المتعادلة.	١,٥–٣,٠مجم
فلور [ج]	الماء المُفلْوَر، السمك، الشاي.	يرسب الكالسيوم والفسفور في العظام والأسنان.	يزيد تسوس الأسنان.	١,٥–٤,٠مجم
اليود	أسماك المياه المالحة، الملح، اليود.	هرمونات الثيرويد في الأيض الأساسي.	الجويتر (الدراق) الدورة المخاطية، قصور الدرقية، قماءة.	١٥٠ ميكروجرام
كروم	عيش الغراب، الخميرة، البرقوق، النُقل.	أيض الجلوكوز، ثبات الأحماض النووية.	عدم إحتمال الجلوكوز، العصابية، إرتفاع أنسولين السيرم والدهون.	٥٠–٢٠٠ ميكروجرام

أ: التوصية اليومية للرجل البالغ من مجلس البحوث القومي (الولايات المتحدة).

ب: يعتمد على دراسات حيوانية أو المتناول اليومي المعتاد.

ج: قد يكون نافعاً أكثر منه ضروري.

والمعادن الآثار الأقل ultra-trace هى تحت فئة من معادن الأثار والتى يحتاجها الشخص فى كميات أقل من ٥٠ نانوجرام/جم فى أغذية الحيوانات. وهى تشمل البورون والموليبيدنم والسيلينيم selenium والنيكل والفاناديوم والزرنيخ (جدول ٣)

جدول (٣): مصادر المعادن الآثار الأقل ووظيفتها الفسيولوجية ومظاهر النقص والإحتياجات.[أ]

المعدن	المصادر	الوظائف الفسيولوجية الممكنة	مظاهر النقص	الإحتياجات[أ]
بورون	الفواكه، النُقل، الخضر	أدركسلة الهرمونات الستيرودية، أيض المعادن.	إرتفاع الكالسيوم والمغنيسيوم فى البول، إستيرويدات أقل فى السيرم، نمو ناقص (كتكوت).	١ مجم
موليبيدنم	بقول، بذور	أيض الكبريت والبيريميدين والبيورين.	نقص حمض اليوريك، إسراع القلب، إسراع التنفس (الرجل)، حصاوى الكلى (خراف).	٧٥–٢٥٠ ميكروجرام
سيلينيوم	سمك، لحوم	مضاد للأكسدة (بيروكسيداز الجلوتاثيون)، يزيل سمية المعادن الثقيلة.	عدم تولد الحيوانات المنوية، عضلات مؤلمة، إعتلال قلبى عضلى، نمو متأخر، كتراكت.	٧٠ ميكروجرام
نيكل	النُقل، البقول، سكر وحبوب، شكولاتة	تعديل جهاز المناعة (α_2–جلوبيولين كبير) (α_2-macroglobulin)	تغيرات فى الكبد (كتكوت)، زيادة الموت (الماعز والفئران).	٣٧ ميكروجرام
فاناديوم[ب]	أغذية البحر، الكبد، الفجل	تنظيم إنزيمات نقل الفوسفويل phosphoryl-transfer	نقص فى الريش (كتكوت)، نقص التكاثر، زيادة النسبة المئوية الحجمية للكريات الحمراء (الفئران)	٢٠ ميكروجرام
زرنيخ	سمك، لحم، دواجن	النمو، تركيب الهيكل، ألياف القلب، تكوين اليوريا.	نمو ناقص (خنزير)، شذوذ سبحيات (ماعز)، نقص حمض اليوريك (كتكوت)	١٢–١٥ ميكروجرام

أ– مؤسسة على دراسات الحيوان أو المأخوذ العادى.

ب– الضرورة لم تؤكد.

وبعض العناصر غير العضوية قد تساهم فى العمليات البيولوجية ولكن لم يثبت بعد أنها ضرورية وهى الباريوم والبروم والكادميوم والرصاص والليثيوم والقصدير وبعض المعادن غير الغذائية مثل الألومنيوم والبيزموت والجاليوم والذهب والزئبق والفضة وقد تكون موجودة بكميات صغيرة فى الأغذية. فهذه المعادن ليس لها وظيفة معينة وقد تلوث غذاء صحى وتخلق مظاهر سمية.

مصادر الغذاء food sources

إن وجود المعادن الطبيعى فى الغذاء ليس مرغوباً دائماً ففى الزيوت النباتية كميات صغيرة جداً من

الحديد والنحاس تساهم فى تكون التزنخ. والخوالب مثل حمض الإيثيلين ثنائى الأمين رباعى الخليك ethylene diamine tetraacetic acid تضاف لجعلها غير مؤثرة. وبعض الأغذية الأخرى تغنى فى المعادن مثل اليود للملح والحديد للدقيق والخبز والكالسيوم لعصير البرتقال والحديد ومعادن أخرى لحبوب الإفطار.

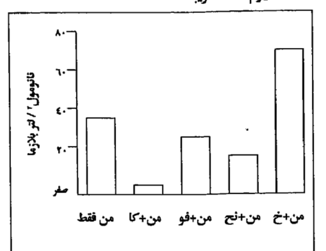
الإتاحة الحيوية bioavailability

الكمية الكلية للمعدن فى الغذاء ليس من الضرورى أن تعكس الكمية المتاحة للإمتصاص فى الجسم. فوجود الألياف الغذائية وخالبات/رابطات المعادن mineral-binding ligands مثل الفيتات والأكسالات قد ينقص بدرجة كبيرة الإتاحة الحيوية للمعادن. والفيتات موجودة بكثرة فى الردة والحبوب الكاملة وبقول بذور الزيت، والأكسالات توجد فى خضر الورق الخضراء ذات اللون العميق مثل السبانخ. والغذاء الغنى فى هذه المركبات قد يؤثر على حالة المعادن.

والمركبات عديدة الفينول (التانينات) تربط المعادن. وفى الشاى تركيزات عالية من مركبات عديدة الفينول يمكن أن تنقص من إمتصاص الحديد فى الوجبة بمقدار يبلغ ٨٧٪.

كما أن المعدن المتاح فى غذاء قد ينقص بكميات كبيرة من معادن أخرى فمثلاً كمية المنجنيز المأخوذ بالفم والممتص قد ينقص كثيراً بتناول الكالسيوم (الصورة ١). والفوسفور معروف أنه ينقص إمتصاص الحديد، والحديد فى الغذاء يثبط إمتصاص الخارصين. وعلى ذلك فيجب أخذ الأغذية الغنية فى الألياف والفيتات والأكسالات ومركبات عديدة الفينول بمقادير متوسطة حتى نضمن معادن كافية فى الغذاء.

وبالعكس فبعض العوامل تحسن الإتاحة الحيوية للمعادن. فحمض الأسكوربيك والسكريات والأحماض الأمينية تعزز إمتصاص الحديد "والأحماض الأمينية" والسترات والفوسفات والجلوكونات وغذاء عال فى البروتين يزيد من إمتصاص النحاس واللاكتوز يزيد من إمتصاص الكالسيوم ٣٠٪ تقريباً.



صورة (١): المساحات تحت المنحنى هى إستجابة منجنيز البلازما عندما أعطى الآتى: ٤٠ مجم منجنيز (من)، ٤٠ مجم منجنيز + ٨٠٠ مجم كالسيوم (كا)، ٤٠ مجم منجنيز + ٨٠٠ مجم فوسفور (فو)، ٤٠ مجم (من) + ٢ مجم نحاس (نح)، و٤٠ مجم (من) + ٥٠ مجم خارصين (خ).

الإحتياجات requirements

كميات المعادن المطلوبة فى الغذاء دائماً فى تغير، إستجابةً للأبحاث. وقد أتم مجلس البحوث القومى فى الولايات المتحدة تحديد الكميات الموصى

والمسموح بها (ك.ص.س RDA) لثلاثة من المعادن الرئيسية: الكالسيوم والمغنيسيوم والفسفور، وأربعة معادن آثار: الحديد والخارصين واليود والسيلينيوم. والتوصيات لعدد آخر من العناصر الآثار أعطاها المجلس في فئة أخرى (النحاس والمنجنيز والفلور والكروم والموليبدنم) وهذه أعطيت مدى مع حد أعلا وحد أقل حيث أن هذه العناصر الآثار لها إحتمال أن تكون سامة إذا تم تناولها بمستويات عدة مرات المأخوذ العادى. وفى المملكة المتحدة أقْتُرِحَت قيم المراجع الغذائية لستة معادن (كالسيوم وفوسفور ومغنيسيوم وصوديوم وبوتاسيوم وكلوريد) ولخمس من العناصر الآثار (الحديد والخارصين والنحاس واليود والسيلينيوم) وتم وضع تناول مأمون للموليبدنم والمنجنيز والكروم والفلور. وهذه التوصيات للأشخاص الأصحاء وقد لاتصلح للأشخاص الذين يتناولون المحاليل عن غير طريق الفم وأخطاء هؤلاء من الولادة inborn errors والتى قد تؤثر على الإمتصاص أو النقل أو الإستخدام أو التخزين أو الإخراج وأثناء أحوال من سوء التغذية والمرض وزيادة الطلب (الحمل والرضاعة والنمو والضغط والأصابة).

وأحسن توصية للحصول على مؤونة كافية هى إستهلاك أغذية مختلفة بها مغذيات كثيفة.

الأهمية الفسيولوجية للمعادن
physiological importance of minerals

تعمل العناصر الأساسية كمكونات وفى تركيب الأنسجة وتعمل فى وظائف الخلايا والأيض وفى توازن حمض قلوى وفى الماء (الجدول ١). وكذلك تعمل العناصر النادرة والنادرة أقل وإن كانت وظائفها تختلف كثيراً (الجداول ٢، ٣).

ويجب ملاحظة أن وجود أى معدن فى الجسم لايدل على ضرورته فالمعادن السامة قد تدخل الجسم خلال الأغذية الملوثة وخلال غير الأغذية وخلال إستنشاق الدخان والإمتصاص خلال الجلد وتبقى فى الجسم نظراً لعدم وجود آلية للإخراج. فالإسترنشيوم strontium قد يوجد فى العظام كنتيجة لشرب لبن ملوث، والزئبق قد يترسب فى المخ بعد إستنشاق الأبخرة، والرصاص قد يوجد فى المخ بعد إستنشاق بوية تحتوى رصاص.

ولكى يكون عنصراً ما ضرورياً يجب أن يوفر الآتى: ١- حالة نقص أو نقص مهيىء تُحَثْ وتُمْنَعْ أو تُعَالَجْ بواسطة معدن، ٢- أن المعدن مطلوب كمكون تركيبى لنسيج الجسم أو غذائياً كمنظم أو ضرورى، ٣- السوائل البيولوجية تحتفظ بتركيز بعض من المعدن كمكون اليكتروليتى، و/أو ٤- أن عملية جزيئية تستخدم المعدن كقرين. وللمعادن النادرة الأقل هناك طريقة أخرى للضرورة وهى ٥- أن حالة نقص تخلق وظيفة بيولوجية تحت مثلى والتى يمكن أن يتغلب عليها أو تلغى revoked بإضافة المستوى المعتاد للمعدن. وفى حالة الفلوريد فبعض علماء التغذية يعتقدون أنه نافع أكثر منه ضرورى.

المعادن وتفاعلاتها
minerals & their interactions

تعمل المعادن كقرائن فى تفاعلات الكيمياء الحيوية لأن لها المقدرة على تكوين خالبات ثابتة مع رَبيطات ligands مُعْطِيَات النتروجين فى الأحماض الأمينية والببتيدات والبروتينات. فهى

تستطيع أن تثبت التركيب وتغير من التكيُف (والذى قد يؤثر على الوظيفة) وتربط مادة التفاعل أو القرائن وتنشط معقد إنزيم-مادة تفاعل وتؤثر على ميل الإنزيم لمادة التفاعل بواسطة تخصص الأيون المعدنى.

وبعض المعادن مثل أيون النحاسيك ترتبط بقوة بالبروتينات ولاتتحرر بالنث dialysis. والخارصين يحدث له خلب غير إنزيمى فأيونات الخارصين ترتبط تساهمياً مع النتروجين من الإيميدازول imidazole فى الهستيدين وربما الجلوتامات.

وربط النحاس والخارصين للميتالوثيونين metallothionen وهو بروتين يعمل مع هذه المعادن ويضفى مقاومة ضد الهدم الإنزيمى لهذا البروتين فالميتالوثيونين يخلب النحاس والخارصين من خلال مجموعات السلفهيدريل (-كب يد) الموجودة فى السستئين وميل هذا البروتين للنحاس ١٠٥ مرة قدر ميله للخارصين. وفى ربط الكالسيوم يشتمل التنسيق أساساً ذرات الأكسجين فهناك مجموعة كربونيل أساسية (-ك أأ-) كرَبيطة ligand وكل ذرة أكسجين هى مجموعة الكربوكسيل (-ك أأ يد) للجلوتاميل أو الاسبارتيل. والحديد فى البروتينات غير الهيم مثل الترانسفيرين transferrin يرتبط بمجموعة السلفهيدريل للسستئين أو كبريت غير عضوى. وفى بروتينات الهيم أحد الرَبيطات هى النتروجين فى اميدازول الهستيدين ومجموعة السلفهيدريل هى رَبيطة للنحاس والخارصين والكادميوم والزئبق وغيرها من المعادن الثقيلة. وبعض البروتينات لها مواقع معادن مزدوجة (مثل الاسبارتات والجلوتامات) بحيث أن أيونات معادن مختلفة يمكن أن يكون لها موقع عام.

تفاعلات معادن-معادن
mineral-mineral interactions

تتفاعل المعادن مع بعضها تبعاً للخواص الفسيوكيماوية.

ويحدث تفاعل بين الكالسيوم والفسفور فى الجسم عندما تنقص مستويات الكالسيوم فى السيرم. وهورمون الباراثيرويد يفرز والذى ينقص من إعادة إمتصاص الكلى وإفراز الفسفور فى البول مما ينتج عنه فسفور أقل فى السيرم. وهذا الهرمون ينشط إنتاج ١، ٢٥-ثنائى أيدروكسى كول كالسيفيرول 1,25-dihydroxy chole calciferol (فيتامين د النشط) والذى يزيد من إمتصاص الأمعاء للكالسيوم وكذلك إعادة إمتصاص الفسفور الكلوى مما ينتج عنه مستويات أعلا للكالسيوم والفوسفور فى السيرم. وهذا النظام من التغذية العكسية يحافظ على ضبط توازن مستويات السيرم لهذه المعادن. وأثناء تناول غذائى منخفض للكالسيوم فإضافة الخارصين لها تأثير تثبيطى.

والمغنيسيوم يؤثر أيضاً على إفراز هورمون الباراثيرويد ويتنافس مع الكالسيوم فى الإمتصاص المعوى وفى مستوى الخلايا. فنقل الكالسيوم بواسطة شبكة الجبلة العضلية sacroplasmic reticulum هو عملية تتوقف على المغنيسيوم. فعندما يكون المغنيسيوم فى الغذاء عالٍ يثبط إمتصاص الفسفور المعوى. وقد لوحظ أن كلاً من الكالسيوم والمغنيسيوم يؤثر سلبياً على أخذ الفلور فى الأمعاء.

والأغذية العالية في الخارصين لها تأثير مضر لحالة كل من الحديد والنحاس. فزيادة الخارصين ينتج عنها فقر دم نتيجة نقص الحديد خلال تأثير مباشر على الإمتصاص. والعكس صحيح أي حديد غذائي عالٍ ينقص إمتصاص الخارصين. والتضاد بين الخارصين والنحاس يستعمل في علاج مرض ويلسون Wilson's disease وهو مرض وراثي يتجمع فيه النحاس بدرجة غير طبيعية في الكبد فإعطاء ٧٥مجم خارصين في اليوم يسد الإمتصاص المعوى للنحاس ويعيد توازن النحاس إلى الكميات العادية.

وفقر دم نقص الحديد يحدث أيضا بكميات زائدة من المنجنيز فخلال فترات طويلة من تناول المنجنيز بقلة فإن إمتصاص الحديد يزيد كثيرا.

والتفاعلات الجوهرية التي يمكن أن تحدث عندما يتم تناول كميات زائدة من المعادن يقنع علماء التغذية بأن يقترحوا أن إضافة المعادن يجب تجنبها تحت الظروف العادية. فبإضافة جرعات عالية من معدن واحد يمكن أن يؤثر على التوازن الرقيق للمعادن الأخرى في الجسم. وإستهلاك غذاء ذي كثافة مرتفعة من المغذيات أحسن من المضافات في تحقيق حالة معادن مثلى.

تأثير المعادن على معاملة الأغذية وجودتها
influence of minerals on food processing & food quality

المعادن لها قدرة التأثير على اللون والقوام والنكهة ورقم جيد والقيمة الغذائية للأغذية وكثيرا ماتستخدم كمضافات أغذية.

اللون color

لون الأغذية البراق - الخضر والفاكهة - يرجع إلى صبغات نباتية مختلفة فصبغات الكلوروفيل تساهم بالألوان أزرق-أخضر، أصفر-أخضر؛ رصاصي-أخضر، وهي تتفاعل مع الخارصين والنحاس لإعطاء لون أخضر براق. واللون يتغير عندما تحل هذه المعادن محل ذرة المغنيسيوم في جزيء الكلوروفيل.

والأنثوسيانينات لها لون أحمر وأزرق فهي حمراء مع الحموضة وزرقاء مع القلوية وأحيانا عديمة اللون بعد التسخين الطويل. وعندما تعامل الأغذية المحتوية عليها بالقصدير (علب صفيح مقصدر) فإن القصدير يجب أن يغطى باللك lacquer لمنع الأنثوسيانينات من تكوين صبغات ذات لون أزرق مخضر. وإتصال الفاكهة عند الملء مثل التوت الشوكي أو توت العليق blueberry or raspberry بالقصدير أو أملاح الحديد قد يسبب تغير اللون.

والأنثوزانثينات anthoxanthins (فلافونات) صبغات رائقة وبيضاء في الوسط الحمضي وصفراء في القلوي ووردية pink بالتسخين الطويل. والقصدير والألومنيوم يتفاعلان مع هذه الصبغات ويتغير اللون إلى اصفر براق. وهذا يظهر عندما يطبخ البصل في حلة ألومنيوم فينتج ماء لونه أصفر براق. وعندما تتفاعل الأنثوزانثينات مع الحديد والنحاس ينتج ألوان سوداء-زرقاء وبنية محمرة كما في تحمير البصل في الحلل الألومنيوم.

ويمنع الكبريت إغمقاق الإغذية عند تكون الميلانين. وهذه الصبغة السوداء-البنية/السمراء

تُخلّقْ خلال الإسمرار الإنزيمى فى وجود الأكسجين. ويُمنع تكون اللون البنى فى المشمش والزبيب بتعريضها لأبخرة الكبريت أو الغمر فى محلول كبريت. وعصير الأناناس يستخدم فى غمر الفواكه الطازجة المقطوعة مثل الموز لأن محتواه العالى من الكبريت يؤخر تغيرات اللون. وتستخدم أملاح الكلوريد مثل ثانى أكسيد الكلور وكلوريد النتروزيل والكلور فى الإسراع من التعتيق الطبيعى وتبييض الدقيق.

القوام texture

تطرية الخضر و الفواكه بسبب تهدم البكتين يمكن أن يعالج بإضافة أيونات كالسيوم الذى يتفاعل مع المواد البكتينية ويكون مادة متماسكة. كما أن الكالسيوم يضاف للطماطم المعلبة كمادة تماسك. ويعاكس عمل الكالسيوم الفيتات فى البسلة مثلاً لأنها تكون معقد كالسيوم-فيتات.

وتستخدم البرومات والأيودات - وهى تعمل كعوامل أكسدة - فى الخبيز لتحسين القوام وجودة الخبيز. فالعجين إذا كان ولابد أن ينتظر ليدخل الفرن فإن الغاز الناتج قد يفقد قبل الطبخ وتفقد منتجات الخبيز قوامها الخفيف المميز. ولمنع هذا الفقد فقد كُونت مساحيق خبيز لإنتاج تفاعلين: ففى مسحوق فوسفات الصوديوم ألومنيوم تتفاعل فوسفات أحادى الكالسيوم أولاً عندما ترطب على درجة حرارة الغرفة لتخليق عجينة خفيفة ناعمة. ثم تتفاعل كبريتات الصوديوم ألومنيوم عندما تذوب بإستخدام ماء ساخن. وفى مسحوق خبيز بيروفوسفات الحمضى للصوديوم يقوم البيروفوسفات بأن يحل محل فوسفات أحادى الكالسيوم لأن لها معدل تفاعل أبطأ. ومعدل تفاعل أبطأ يظهر مع مسحوق فوسفات الصوديوم والألومنيوم الحمضية sodium acid aluminium phosphate والذى يحتوى على فوسفات الصوديوم والألومنيوم. ومسحوق فوسفات الصوديوم والألومنيوم الحمضية يستخدم فى الكيك لأنه يحتفظ بثانى أكسيد الكربون حتى تتجمع خيوط الجلوتين وبذا يمنع تكون "أنفاق tunnels".

وتستخدم المعادن كعوامل ضد الكعكة anticaking ومهيئات للإنسياب لمساحيق الأغذية والتى لها ميل للكعكة أو تكوين تكتلات مثل الملح وسكر الحلويات ومساحيق الخبيز. وبعض المركبات المستخدمة هى فوسفات ثلاثى الكالسيوم وثانى أكسيد السيليكون وسيليكات الكالسيوم وإستيارات الألومنيوم وسترات حديديك الألومنيوم وفوسفات أحادى الكالسيوم.

النكهة ورقم ج يد flavor & pH

تزداد شدة النكهة واللذاعة tartness فى المثلوجات والمشروبات المكربنة ومشروبات الفاكهة بإضافة سترات البوتاسيوم وحمض الفوسفوريك. ونسبة الحموضة والقلوية الصحيحة حرجة فى ضبط النكهة والقوام وقيمة الحفظ فى كثير من منتجات الألبان. وعوامل التنظيم مثل بيكربونات الصوديوم وكلوريد الأيدروجين وسترات الصوديوم وأيدروكسيد الصوديوم وأكسيد الكالسيوم قد تستخدم فى ضبط رقم جيد.

أمان وجودة الأغذية

safety & quality of foods

يضاف كب أ, والكبريتيتات للأغذية لمقدرتها على العمل كمضادات أكسدة ولضبط نمو الكائنات الدقيقة ولضبط ضرر الحشرات. والكبريت يضاف إلى المشروبات الكحولية المتخمرة لأنه أكثر سمية للبكتيريا والفطر عنه للخميرة.

وتضاف مثبطات الفطر مثل بروبيونات الكالسيوم والصوديوم وفوسفات أحادى الكالسيوم وثانى خلات الصوديوم لمنتجات الخبيز وهذا يمنع التحبل ropiness فى الخبز وتُزيد من عمر الرف.

وعوامل الخلب أو التنحية sequestrants تضاف للأغذية لربط المعادن مثل الكالسيوم والحديد والنحاس وعندما يرتبط المعدن إلى الخالب وتكون غير أيونية فالتغيرات المؤكسدة مثل البيات staleness والتزنخ وتغيرات النكهة تُمْنَع كما تُستَخدَم هذه المركبات فى ترويق النبيذ والمشروبات الأخرى من المعادن (عوامل الخلب).

ووجود المعادن فى الأغذية قد يؤثر على زمن الطبخ أو المعاملة فأيونات الكالسيوم على سبيل المثال لها تأثير ممسك مما يطيل من زمن الطبيخ. وقد يحدث هذا إذا أُستُخْدِم ماء صعب والذى يحتوى طبيعياً على أملاح الكالسيوم. ويمكن إذا إحتاج الأمر إلى مدة طويلة فى الطبيخ لتحضير الفاصوليا المخبوزة baked beans أن يضاف كالسيوم وحمض. وفى الطبخ المنزلى يستخدم دبس السكر molasses لأنه يحتوى تركيزات عالية من الكالسيوم وحمض الأكونيتيك aconitic acid. ويضاف الصوديوم فى تمليح الأغذية كما فى المخلل أو فى منع تغير لون الخضر.

(Macrae)

---

mineral water	المياه المعدنية

أنظر: بلال/بالول/ماء.

عذب

to soften (water)	أعذب (الماء)

أنظر: بلال/بالول/ماء.

عرعرة

juniper	عرعر
Juniperus communis L.	الإسم العلمى
Pinaceae	الفصيلة/العائلة: الصنوبرية

بعض أوصاف

عشب متشعب له أوراق فى شكل الإبر ينمو لعلو ١,٢ متر والثمار تجمع بضرب الأفرع بعصاة حتى تقع العِنَبيَّات فى كيس والفاكهة تحت كروية ٥ - ٩ مم فى القطر من الخارج ناعمة لامعة سوداء أرجوانية إلى أرجوانية حمراء فى لون الغسق وفى الداخل بنية صفراء تحتوى فجوات كبيرة عديدة. وتجمع الثمار الناضجة وتجفف فى الشمس مع التقليب الكثير أو فى مجففات لاتزيد درجة حرارتها عن ٤٠°م وتحفظ فى أكياس جوت فى أماكن جافة مهواه جيداً. وتنقص النكهة بعد التخزين لمدة تزيد عن عام.

إستخدامه فى إنتاج الجن gin

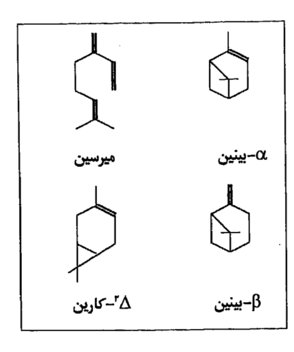
تحتوى عِنَبِيَّات العرعر على حوالى ١٥ – ٣٠٪ سكر متخمر يمكن أن يحول إلى إيثانول بعملية التخمر الكحولية فتستخدم فى تنكيه الكحوليات (الجن والجنيفا geneva) وهى كحوليات حبوب. وفى كحوليات الفاكهة (البراندى) وفى إنتاج مشروبات كحولية خاصة يسحق العشب ويخلط مع الماء بنسب خاصة وقد يضاف بعض الأملاح المعدنية مثل أملاح الأمونيوم والفوسفات ثم يضاف الخميرة. وتنظم ظروف التخمر فدرجة الحرارة مابين ٢٥ – ٣٠°م ورقم جيد حوالى ٤,٠. والتخمر بطىء بسبب المركبات الأروماتية فى الزيت الطيار وقد يأخذ أسبوعين ثم يقطر للحصول على المشروب الكحولى. ويتقطر الزيت الطيار وينفصل كطور أخف.

تركيب الزيت الطيار

α-بينين ٣٠ – ٣٥٪، β-ميرسين β-myrcene ١٨–٣٠٪، β-بينين β-pinene ٢–١٤٪، ليمونين limonene ٤–١٠٪، تربينين-٤-اول terpinen-4-ol ٠,١–١٠,٥٪، تربينولين terpinolene ٠,٥–٣,٠٪، p-سيمين p-cymene ٠,١ – ١,٥٪، γ-ميرولين γ-myrolene ١–٤,٣٪، Δ٣ كارين carene.

ويخلط خشب البلوط بخشب العرعر فى تدخين السالمون للحصول على نكهة ممتازة.

والأسماء: بالفرنسية geniévre وبالألمانية Wacholder وبالإيطالية ginepro وبالأسبانية enebro أو junipero. (Stobart)



عرق

عرق سوس liquorice/licorice

الإسم العلمى *Glycyrrhizia glaba*

الفصيلة/العائلة: القرنية Leguminosae

بعض أوصاف

العرق سوس معروف من قديم الزمان فتقشر الجذور وتقطع وتطبخ على نار مفتوحة إلى شراب سميك والذى يعقد ثم يضاف السكر والدقيق لجعله أرخص. وهناك أربعة أنواع من حلويات العرق سوس: صلبة hard ومقولبة moulded وطرية soft وكل نوع liquorice all sorts. ويدخل فى تركيبها دقيق القمح والسكر البنى والجلوكوز والعرق سوس والجيلاتين والكارامل والماء ومواد ملونة ونكهة الينسون.

الطريقة التقليدية: يخلط الدقيق مع الماء ثم يطبخان إلى عجينة ناعمة ثم تضاف كل المكونات

بعد ذلك فيما عدا الجيلاتين والمنكهات ويطبخ المخلوط لمدة ٣ ساعات تقريباً حتى يصبح متماسكاً فيضاف الجيلاتين والمنكهات ويطبخ المخلوط لمدة ٣٠ق أخرى ثم ينقل العجين إلى أوعية ويترك طول الليل ليبرد ويتجمد وفى النهاية يضغط العرق سوس خلال باثق ويجفف فى هواء دافىء ويبرد ويقطع.

جودة المكونات : دقيق القمح مهم جداً فيجب أن يظهر إمتصاص رطوبة منخفض وأن يكون غنياً فى الجلوتين المطاط. والجيلاتين يضاف للتعويض عن جلوتين "قصير" ويمكن إستخدام دقيق آخر مثل البطاطس والأرز والنشا فيجعل الناتج قصيراً وصلباً وقصفاً. وبلورات السكر غير مرغوبة لأنها تجعل العرق سوس قصفاً وكامداً. وشراب الجلوكوز ذو مكافىء دكستروز منخفض يمسك العرق سوس ويستخدم كميات كبيرة منه فى منتجات العرق سوس "المطاطة elastic" ويستخدم أقل قدر من الماء لتعليق الدقيق أصلاً، ويجب معرفة نسبة الرطوبة فى كل المكونات حتى يمكن ضبط الماء المضاف. وكثير من الماء يعنى أن الناتج مطاط وجشب وعرق سوس "عضة قصيرة short bite" مع سطح كامد يكون به ماء أقل.

عملية الطبخ: تخلط المكونات جيداً ويذاب السكر وعندما يصبح محتوى الماء حوالى ٣٥٪ وزن/وزن (أى منخفض) يتجلتن النشا ولكن الحبيبات المنتفخة لاتختفى تماماً فالحبيبات تنفجر عندما يكون الماء أقرب إلى ٤٥٪ والنشا يتحول من معلق إلى محلول غروى. ويجب تبخير الماء من المعلق الغروى حتى ينتج تلازجاً متماسكاً يصلح للبثق. ومحلول سكرى مركز يقلل من درجة التجلتن (٦٥٪ سكر يكاد يوقف التجلتن).

وعرق سوس المغطى بالسكر أو "كومفيت comfits" السكر يستخدم السكر بإستخدام الحلة panning. وفى الإستخدام الطرى يوضع محلول لاصق فى مركز العرق سوس والحلويات تقلب فى حلة دائرة revolving pan فيضاف سكر محبب حبوب رفيعة لتغطية المراكز ويستمر فى التقليب إلى أن تجف الحلويات فيضاف اللاصق مرة أخرى ثم السكر بنفس الطريقة حتى تصبح طبقة التغطية فى السماكة المرغوبة وعادة خمس معاملات تكون كافية. ومحاليل اللاصق عادة صمغ عربى أو سكر وشراب الذرة أو جلوكوز وسكر وشراب ذرة.

وعندما يجرى إستخدام الحلة panning فى نسبة رطوبة عالية وكذلك درجات حرارة عالية فما ينصح به إضافة سكر زيادة. وطبقة التغطية النهائية تسمى "طبقة مستغرقة engrossing" وهى تتكون من سكر مسحوق بدقة بدلاً من السكر المحبب. والتقليب tumbling يقلل جيدا لمنع التشويه بسبب حرارة الإحتكاك. وتترك الحلويات المغطاه على صوانى ضحلة على ٢١,١°م و٥٠٪ رطوبة لمدة يومين لتعقد.

وللإنهاء finishing يستخدم شراب سكرى (١٠٥,٥ – ١٠٧,٢°م) والحلوى تقلب فى شراب يكاد يكفى لبلل القطع ثم يسمح لها بالجفاف قبل أن يضاف إليها طبقة رفيعة جديدة وعادة يحتاج الأمر إلى ٥ طبقات لنهاية ناعمة.

وبعد أن تجف الطبقة النهائية تنقل الحلويات إلى حلة التلميع polishing pan ويضاف كمية صغيرة من شمع كارنوبا carnauba wax و "الكومفيت comfits" تقلب tumbled فى حلة ذات جوانب ناعمة. وطريقة أسرع تشتمل على إذابة شمع العسل والكارنوبا فى مذيب متطاير عديم الرائحة وينشر هذا المحلول بالتساوى ثم يبخر المحلول ثم تقلب tumbled الحلوى للتلميع. ثم تهيىء الحلوى لمدة ١٢ – ٢٤ ساعة.

كما تستخدم الجذور البنية الرمادية فى البراندى والليكير.

ويمكن أن تجفف بالرص فى الحقل أو فى مجففات على ٥٠°م بعد التنظيف وتحفظ فى صفوف وعليها قش والجذور النظيفة تعبأ فى أكياس.

(Macrae)

والأسماء: بالفرنسية réglisse وبالألمانية Süssholz وبالإيطالية liquirizia وبالأسبانية orozuz أو regliz. (Stobart)

عسل honey

العسل ينتج بيولوجياً وله تكوين كيماوى معقد بسبب الفلورا وظروف الجو المحيطة وجودته تعود إلى طبيعته وكمية الأنواع النباتية المزهرة فى الوقت المناسب. ولكن الجمعية الأوروبية الإقتصادية EEC تعرف العسل بأنه "الناتج الغذائى المتحصل عليه من نكتار الأزهار أو إفرازات ناتجة من الأجزاء الحية للنباتات والتى يلتقطها نحل العسل ويحولها ويضيف إليها مواد خاصة ويخزنها ويتركها لتنضج فى مشط العسل فى خلية النحل".

المنتج وجمعه
the product & its collection

أهم مادة خام تساهم فى تحضير العسل هو نكتار الأزهار وهى مادة تفرزها الغدد الرحيقية وهذه أعضاء متخصصة توجد عادة فى قاعدة التويج corolla. والنكتار محلول مائى للسكريات يحتوى أملاحاً معدنية وفيتامينات وأحماضاً عضوية وزيوتاً طيارة والتى تعطى العسل مذاقه ورائحته وخواصه المميزة بالرغم من وجودها فى كميات صغيرة جداً. والمن honeydew محلول تفرزه حشرات طفيلية والتى تمص النسغ sap فى النباتات المصابة.

وبمجرد نقل النكتار أو المن من الزهرة إلى كيس العسل تبتدىء عملية بيولوجية معقدة تؤدى إلى تحويل السكروز إلى جلوكوز وفركتوز بواسطة الإنزيمات التى تفرزها الغدد اللعابية للحشرات وهذه العملية البيولوجية تستمر أثناء رحلة طيران العودة للنحل إلى الخلية وتحول النكتار إلى مادة مختلفة تسمى عسل غير ناضج unripe honey. وهناك عمليات كيماوية حيوية أخرى ضرورية بواسطة النحل الشغال قبل الحصول على العسل.

جمع العسل honey collection

هناك عدة طرق لجمع العسل وكلها تؤثر على الخواص الوصفية للمنتج وأحد الطرق التى تستخدم عادة تستفيد من الأيام التى يكون فيها النحل الشغال بعيداً عن الخلية أى أيام الطيران المكثف. وقد تستخدم مواد كريهة/منفرة لجعل النحل يبقى بعيداً عن المشط فى وقت الجمع

فتُستَعْمَل مواد فينولية فى ١:١ محلول مائى ولكن بحذر فتنقع أقمشة فى المحلول وتوضع داخل المشط فى عدة طبقات وفى الخارج يوضع صفيحة مغطاه باللك من ألومنيوم ملفوف على غطاء الخلية فتجعل النحل يبقى بعيداً كنتيجة لتبخر المواد الفينولية.

وبعد إختفاء النحل تقدر جودة العسل قبل الجمع فلابد من الرطوبة الصحيحة فى العسل بإستخدام طرق خاصة؛ فعادة يوضع مشط خال بين الخلية والمشط المليء بالعسل مما يسبب جفافاً للعسل فى ٤٨ ساعة. ومن المهم إتباع الطرق الصحية وأن تترك كميات من العسل للنحل تكفيه عندما يكون الغذاء قليلاً.

الفصل من المشط

separation from the comb

الفصل من المشط يتطلب عناية وخبرة فالحجرة يجب أن تكون مضاءة جيداً جافة وبها جميع أنواع الأدوات الصحية ويحتاج الأمر إلى الأجهزة التالية: سكين حاد ومسخن وتنك ومستخلص للعسل والتنك يفضل أن يصنع من الصلب وبه سلة صغيرة مع شبكة ٢ مم مش ووعاء لجمع العسل. ومستخلص العسل هو جهاز طرد مركزى يمكن أن يحوى ١٥ – ٦٠ مشطاً ويمرر العسل خلال المنخل الخاص لإزالة الشوائب مثل أجزاء المشط وأجزاء النحل وحبوب اللقاح. ومظهر العسل ومصدره هامان ويجب متابعة عملية التبلر بعناية. والعسل أساساً محلول سكر فوق مشبع يتجمد على هيئة بلورات جلوكوز والعملية تحدث تلقائياً عندما يبرد العسل. ومظهر الناتج ينتج عن حجم وشكل البلورات فالتبلر يظهر كدقيق (ناعم) أو خشن coarse أو عجينى doughy ويمكن أن تُحَثْ هذه العملية بإضافة بلورات رقيقة بنسبة حوالى ٦٪ من العسل والإضافة تحدث على درجة حرارة ٤٠°م والمخلوط يترك ليتبلر على درجة حرارة حوالى ١٤°م.

وتسييل العسل هو عملية هامة لحفظ العسل لأن العسل السائل يُقَدَّر أكثر والتسييل يشتمل على تسخين العسل وهذا يمكن أن يحور الناتج إذا لم يَجْرِ جيداً.

العبزجة والتخزين bottling & storage

إذا لم يخزن العسل جيداً فإنه يحدث به تغيرات بيولوجية التى تنقص من كل من قيمته الغذائية وخواصه الحسية. وأهم أنواع التهدم يحدث من عمليات التخمر والتى تحدث تحورات كيماوية تشمل تكون كحول إيثيلى وثانى أكسيد كربون وحمض خليك ثم تحورات حسية مثل تدهور المذاق وتغير المظهر (إبيضاض ورغاوى) ظاهرة. والتخمر يشجع بالرطوبة العالية وتركيز عال من الإنزيمات ودرجات حرارة مابين ٢٠ – ٢٥°م. وأغطية الزجاجات يجب أن تكون ضد الهواء ويجب تجنب الأوعية المصنوعة من الخارصين أو النحاس أما الحديد فيجب إذا إستخدم أن يكون مبطناً بالتفلون أو اللك. ولكن الأفضل الصلب غير القابل للصدأ لتجنب تكوين روائح كريهة ومركبات سامة فى العسل كما يجب عدم إستخدام أوعية سبق إستخدامها مع العسل حتى لايتلوث العسل برائحة سابقة.

والعسل يخزن لتجارة الجملة فى إسطوانات معدنية سعة ٣٠٠كجم أو علب من صفيح القصدير سعة ٣٠ - ٣٢كجم. أما للتجزئة فأوعية سعة ٢٥٠ - ٥٠٠جم ويفضل برطمانات زجاج وهو يحتفظ بنفسه لمدة ١٨ شهراً.

إستخدام العسل ومنتجات خلية النحل الأخرى
utilization of honey & other beehive products

منتجات خلية النحل مثل العسل والغذاء الملكى royal jelly وحبوب اللقاح مصادر غنية فى عوامل التنظيم البيولوجية والعسل مطهر ومزيل لأنواع البرد decongesting ومجدد للطاقة وله الفوائد الآتية بالإستخدام الطويل:

١- فى الجهاز الهضمى مضاد لإلتهاب المعدة ولإضطرابات فلورا البكتريا فى الأمعاء.
٢- فى الجهاز التنفسى بالمساهمة فى مقاومة البرد وإلتهاب الجيوب والكحة والإلتهاب الشعبى.
٣- فى الجهاز البولى فيساعد فى كل إلتهابات البروستاتا وإلتهاب الاحليل prostatitis & urethritis.
٤- فى الأوعية القلبية cardiovascular system ضد فقر الدم وإلتهاب الشرايين.

وإذا إستخدم بكميات معتدلة (والأمثل يبدو أنه ٣٠جم/يوم) لايسبب العسل تغيراً فى أيض الدهون أو زيادة فى جليسرول الدم. وبالنسبة لمرضى البول السكرى فإنه يفضل على السكروز وخاصة عسل الخروب له محتوى عال من الفركتوز.

والأيدروعسل أو نبيذ العسل (الميد mead) يحضر من تخمير العسل المخفف بالماء والتخفيف يجب أن يكون بحيث يحتوى المخلوط النهائى على ٢٢٪ من المادة الجافة ويمكن إستخدام الكميات الآتية: ١- عسل ١٥٨٥جم. ٢- ماء ٣,٧٨ لتر. ٣- فوسفات الومنيوم ٤جم. ٤- كريمة الطرطر ٤جم. ٥- مخلوط من حمض السيتريك والطرطريك ٤جم.

والغذاء الملكى هو إفراز الغدد فوق مخية supracerebral من النحل "المرضع" wet-nurse ويمثل الغذاء الوحيد للملكة وللعذراء أيامها الأولى من الحياة وله مظهر عجينى ولون مبيض ونكهة حمضية قليلاً ورائحة عطرة perfume مميزة (الجدول ١).

جدول (١) مكونات الغذاء الملكى.

المكون	المحتوى جم/١٠٠ جم	المكون	المحتوى جم/١٠٠ جم
ماء	٦٦	دهون	٦
سكريات	١٤	مواد معدنية	١
بروتينات	١٠	مواد غيرمحددة	٣

والمزايا الغذائية للغذاء الملكى تتصل بالأحماض الأمينية خاصة تركيز الليسين وبالفيتامينات خاصة حمض البانتوثينيك والأينوسيتول. والسكريات هى بالكامل سكريات أحادية كما يحتوى الغذاء الملكى على إنزيمات وهرمونات لها الفوائد الآتية: ١- تنظيم الأيض الأساسى. ٢- تنشيط غدد فوق الكلية. ٣- تزيد من مقاومة الضغط الفيزيقى والعقلى. ٤- تساعد فى إزالة القلق والإنقباض depression.

وحبوب اللقاح غنية بالمغذيات التى تساهم فى النشاط الفيزيقى والذهنى (الجدول ٢).

جدول (٢): تكوين حبوب اللقاح.

المكون	المحتوى جم/١٠٠ جم	المكون	المحتوى جم/١٠٠ جم
ماء	٢٠	المواد المعدنية	آثار
بروتينات	١٥–٣٥	مواد أروماتية	آثار
إنزيمات	آثار	فيتامينات	آثار
كربوايدرات	٣٠–٤٠	دهون	آثار

الخواص والتحليل properties & analysis

التكوين composition

السكريات sugars

السكريات هى أهم المكونات (٨٠٪ تقريباً) والجلوكوز والفركتوز تزيد على ٧٠٪ بينما يوجد السكروز والمالتوز بنسب مختلفة تبعاً لنوع العسل ولكن مجموعها دائماً أقل من ٥٪. ومن بين السكريات الثنائية مشابه المالتوز يستخدم كميا لتحديد إستخدام مشابه الجلوكوز كمادة غش وفى المنتج الطبيعى يوجد المالتوز دائماً ضعف مشابه المالتوز والعلاقة معكوسة فى مشابه الجلوكوز. ويظهر أن السكروز والمالتوز توجد فى العسل الآتى من النكتار بينما الفركتومالتوز والميليسيتوز melicitose توجد فى المن.

والإختلافات الأخرى ترجع لعوامل أخرى. ويوجد عدد من أنواع العسل تختلف تبعاً للأصل وطريقة الإستخلاص وبجانب عسل النكتار والمن يوجد العسل المطرود مركزياً والعسل المضغوط وعسل الحلويات والعسل الصناعى وأخيراً العسل البكر الكامل virgin integral honey (الذى لم يتعرض لأى معاملة حرارية).

المكونات الأخرى والخواص الفيزيقية – التغير أثناء التخزين

minor components & physical properties - changes on storage

الماء يوجد بنسبة ١٧,٦جم/١٠٠جم وتختلف من ١٦٪ إلى ١٨٪ وقيم أعلا توجد فى عسل البرسيم وهو يؤثر على الخواص الوصفية للعسل وإذا زادت عن ١٨٪ فقد يحدث تخمر. وعموماً فإن ظاهرة الطبقات stratification phenomenon تظهر مع فصل واضح للطور المتبلر عن الطور السائل مما يفسد شكل المنتج. وعندما تكون نسبة الرطوبة أقل من ١٥٪ فإن زيادة فى اللزوجة والتبلر تحدث متاعب فيما يلى ذلك من عمليات التصنيع.

والجزء الحمضى فى العسل مهم ولو أن ميكانيزم تكوينه غير واضح وهو يشمل أحماض الخليك والبيوتريك والسيتريك والفورميك والجلوكونيك واللاكتيك والماليك والأكساليك والبيروجلوتاميك والسكسينيك من الأحماض العضوية ومن الأحماض غير العضوية فيوجد الكلوردريك والفوسفوريك ورقم pH يقع مابين ٣,٢ ، ٤,٥.

ومحتوى الرماد منخفض جداً ولكن مختلف جداً فمن ٠,٠٣٪ إلى حوالى ١٪. ووجود الأملاح المعدنية يرتبط بالعسل الغامق أكثر منه بالعسل الخفيف. والعناصر الكيماوية هى البوتاسيوم والكالسيوم والصوديوم والحديد والمنجنيز والمغنيسيوم والنحاس والسيليكون والكبريت والفوسفور.

جدول (٣): متوسط تكوين (جم/١٠٠جم) عدة أنواع من العسل.

المكون	الكافور	الموالح	الشوك	asfodelo	القطلب arbutus	الخزامى	نبات عسلى mellifiori
الماء	١٦٫٠٣	١٦٫١٩	١٦٫٥٥	١٦٫٠٧	١٥٫٧٢	١٤٫٤٤	١٦٫٧٠
سكريات مختزلة	٧٥٫٧٣	٧٤٫٨٠	٧٤٫٣٧	٧٥٫٦٣	٧٣٫٨٨	٧٦٫٤٦	٧٤٫٣٨
سكروز	١٫٣٧	١٫٥٧	١٫٧٧	٢٫٠٤	١٫٦٧	١٫٩٣	١٫١٥
سكريات كلية	٧٧٫٣٢	٧٥.٧٥	٧٦٫١٤	٧٧٫٦٧	٧٥٫٥٥	٧٨٫٣٨	٧٥٫٤٣
مواد غير ذائبة	٠٫٠١٦	٠٫٠٠٨	٠٫٠١٢	٠٫٠١١	٠٫٠٢	٠٫٠١٢	٠٫٠١١
رماد	٠٫١٨	٠٫٢١	٠٫٢٤	٠.١٩	٠٫٣٥	٠٫٠٥	٠٫٢٨
أيدروكسى ميثيل فيرفيورال	٠٫٠٠١٨	٠٫٠٠١٣	٠٫٠٠١٣	٠٫٠٠١٤	٠٫٠٠٢٥	أ	٠٫٠٠١٨
حموضة [ب]	٢٫٠٦	١٫٨٩	١٫٩٨	١٫٨٦	٣٫٧٠	١٫٢٣	٢٫٥٠
دليل الدياستاتي [ج]	١٩٫٤	١٧٫٦٠	١٧٫٦٠	١٦٫١	٣٫٩٠	١٠٫٩	١٩٫١٠

أ- يمكن إهماله. ب- الحموضة معبر عنها ميللى مكافىء/١٠٠جم.

ج- الدليل الدياستاتي معبر عند درجات حرارة دياستيتية ود DU /جم.

والعسل فقير في المواد النتروجينية فمتوسط قيم البروتينات أقل من ٠٫٢٦٪. ويوجد ١٨ حمض أمينى ومن بينها البرولين والليسين وحمض الجلوتاميك وحمض الإسبارتيك هى أهمها.

أما الإنزيمات فهى تحلمىء السكر كما يمكن إستخدامها لإختبار جودة العسل نظراً لأنها حساسة للحرارة وهى تأتى من مصدرين مصدر نباتى حيث أن النكتار وحبوب اللقاح تساهم فيها ومصدر حيوانى حيث توجد فى الغدد البلعومية فى النحل. وأكثر الإنزيمات عادة هى: ١- الدياستيز وهو يحلل النشا إلى جلوكوز ويتكون من α-أميلاز ، β-أميلاز. ٢- أنفرتاز وهو يحلمىء السكروز إلى فركتوز وجلوكوز. ٣-أكسيداز الجلوكوز glucoseoxidase وهو يحول الجلوكوز إلى حمض جلوكونيك.

ومحتوى الفيتامينات فى العسل منخفض ولكن يشمل الثيامين والريبوفلافين وحمض الأسكوربيك والبيريدوكسين والبيوتين وحمض البانتوثينيك وحمض الفوليك. وحمض النيكوتينيك من الفيتامينات القابلة للذوبان فى الماء.

والنهكة مهمة حسياً وتعطى معلومات عن أصل وأصالة العسل. والجزء المتطاير من العسل وطبيعة شبكة الغذاء لها أهمية أساسية فى خواص النكهة. والمكون الشبكى للعسل هو السكر وبعده الأحماض والأحماض الأمينية وعديد الفينولات فنكهة العسل تختلف عندما تختلف هذه المكونات.

والنكهات غير المرغوبة تنتج من عدم المحافظة الكافية على العسل أو بالتسخين الزائد أثناء البسترة. وإستخدام الأيدروكسى ميثيل فيرفيورال hydroxymethyl furfural فى العسل كدليل لجودة العسل وتزداد كميته بازدياد تهدم الفركتوز.

وفى أوروبا يجب ألا تزيد نسبته عن ٤٠مجم/كجم وفى الولايات المتحدة والمكسيك إتخذت قيم أعلا بسبب درجات الحرارة الأكثر إرتفاعا أثناء البسترة أو بسبب الجو الحار (٨٠مجم/كجم).

أما عن المعادن المشعة بعد تشيرنوبل Chernobyl فالعسل لايوجب أى قلق.

تحقيق أصالة العسل

من المعروف أن هناك محاولات لغش العسل بإستخدام شراب يحتوى على محتوى عالٍ من الفركتوز وهذا الشراب يحصل عليه بالتشابة الجزئى للجلكوز الناتج من حلمأة نشا الذرة. والنحل قد يكون مرتبطا بالغش حيث أنه تغذى بمحلول سكرى وكروماتوجرافيا السائل عالية الأداء تسمح بتقدير الجلوكوز والفركتوز والكربوايدرت الأخرى حتى لو كانت فى آثار. ودراسة حبوب اللقاح بالمجهر تسمح بتحديد المصدر النباتى للعسل والمكان الجغرافى الذى أتى منه كما أنه بالمجهر يمكن تحديد الشوائب التى لاتسمح اللوائح بوجودها. والعسل الذى يضغط يصعب فيه تحليل وجود حبوب اللقاح بسبب وجود زيادة من خلايا حبوب اللقاح. ولكن الطريقة هى: ١٠جم عسل تذاب فى ٢٠مل ماء على ٤٠°م وتطرد مركزيا لمدة ٥ق على ٢٥٠٠ دورة فى الدقيقة ثم تُصفق decanted ثم يضاف ١٠ مل ماء مقطر للراسب deposit الذى يطرد مركزياً مرة أخرى ثم يُصفَق. والراسب يجمع بماصة باستير ويوضع على شريحة ويترك ليجف على ٤٠°م والشريحة تُشمَل فى جليسرين-جيللى وتُقفَل بالنار

ومن الضرورى استخدام محلول ٥جم حمض كبريتيك/لتر ماء اذا كان العسل غنيا فى الغرويات والحمص يمسح البروتيات وهذه تترسب ويتخلص منها بالترشيح.

والتحليل الكمى يسمح بتقدير الحجم الكلى للراسب والعناصر التى توجد فى وحدة الوزن للعسل وهذا يساعد فى تحديد وجود المواد الغريبة وبالتالى الطريقة التى حُصِل بها فى العسل والطريقة للتقدير الوصفى ١٠جم عسل تذاب فى ٢٠مل ماء على ٤٠°م وتطرد مركزيا لمدة ١٠ق والسائل الأعلا يمتص بعناية مع ترك ١-٢ مل منه فيُقلب ويُصب فى أنبوبة جهاز طرد مركزى مدرجة بأبعاد مناسبة. ومن المهم نقل جميع الراسب ويطرد السائل مركزيا لمدة ١ق وحجم الراسب يُقرَأ مباشرة من التدريجات على الأنبوبة.

(Macrae)

عش

عيش الغراب mushroom

عيش الغراب mushrooms والكمأ truffles هى أجسام ثمرية لفطر كبير مجهرى وخيطى. وعيش الغراب فوثرى epigeal أى يظهر فوق الأرض والكمأ ينمو تحت الأرض hypogeal. والوظيفة البيولوجية للأجسام الثمرية fruit bodies هى إنتاج وتوزيع جراثيم لضمان تكاثر أنواع الفطر. وهنا مصطلح عيش الغراب سيستخدم ليمثل جميع الأجسام الثمرية.

تقسيم الفطر classification of fungi

بوصف الفطر بأنه له خلايا لها اقسام محاطة بغشاء/كائن سوى النواة eukaryotic حامل للجراثيم من غير كلوروفيل ويتكاثر جسيا ولاجسيا وتتكون تركيبات ساتية تتكون من خيوط متفرعة رقيقة خيطية تسمى الهيفا hyphae وهذه الهيفا hyphae تحاط بجدر خلايا تحتوى كيتين وسيليلوز ومركبات معقدة أخرى.

ولما كان الفطر لايحتوى كلوروفيل فهو يعتمد على الغير ويسمى عضوى التغذية heterotrophic وقد تكون متطفلة parasitic أو أعفين saprophytic (متطفل يأخد مغذياته من مادة حية وأعفين يأخد مغذياته من مادة ميتة).

وكل الكائنات الحية يجب أن تقسم إلى ثمان فئات وهذه الفئات بالنسبة للفطر هى كما فى الجدول (١). وفئات القسم division والطائفة class يمكن أن نقسم الى تحت تقسم أما النوع species فيمكن أن يكسر الى أصناف وسلالات وأجناس

حدول (١): التقسيم الأساسي ونهاية الأسماء للفطر.

الفئة	نهاية الأسماء	نهايات تحت المجموعات
فوق مملكة super kingdom	Eukaryonta	
مملكة kingdom	Myceteae	
قسم division	-mycota	-mycotina
طائفة class	-mycetes	-mycetidae
رتبة order	-ales	
فصيلة family	-aceae	
جنس genus	لانهاية قياسية	
نوع species	لانهاية قياسية	

وهناك طائفتان classes رئيسيتان فى الفطر الحقيقى (Eumycophyta): الدعاميات Basidiomycetes ، الزقيات Ascomycetes (الصورة ١).

الفطر الحقيقي Eumycophyta

	الزقيّات	الدعاميّات
طائفة:	Ascomycetes	Basidiomycetes
تحت طائفة:	Protoascomycetidae	Heterobasidiomycetidae
رتبة:	Eurotiales	Protoclavariales
	Microacales	Auriculariales
	Onygenales	Tremellales
	Laboulbeniales	Uredinales
تحت طائفة:	Ascohymenomycetidae	Holobasidiomycetidae
رتبة:	Erysiphales	Aphyllophorales
	Pezizales	Polyporales
	Helotiales	Agaricales
	Tuberales	Boletales
	Phacidiales	Russulales
	Xylariales	
	Hypocreales	
تحت طائفة	Ascoloculomtcetidae	

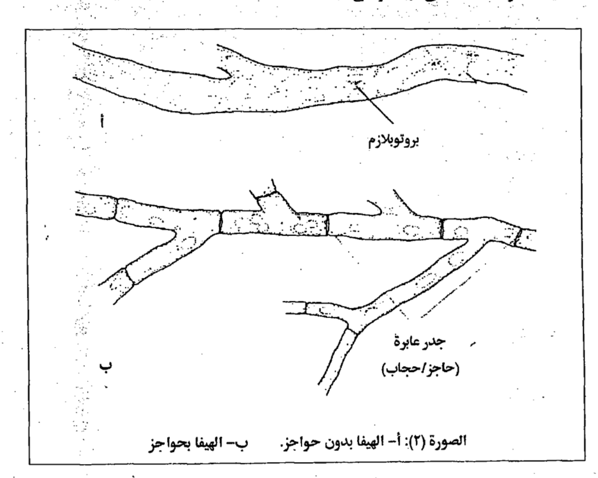
صورة (١): تحت الأقسام الرئيسية والرتب في طائفتي Basidiomycetes و Ascomycetes.

والفرق الرئيسي بين (الفطر الحقيقي) Eumycophyta في هاتين الطائفتين هو وحدة حمل الجراثيم وهي الدِعامة basidium في الدِعاميَّات Basidiomycetes والزق ascus في الزِقِّيَات Ascomycetes.

الشكل الخارجي لجسم الثمرة
morphology of a typical fruit body
التركيب النباتي vegetative structure

هناك طوران في نمو الفطر: نباتي وتكاثري vegetative & reproductive. وفي الطور النباتي ويعرف أيضاً بإسم الطور الجسدي somatic فالجسم الفطري (المَشْرَة thallus) ينمو بدون أي مفاضلة/تمييز للخلايا وأهم وحدة أساسية للمَشْرَة thallus هي الهيفا وهي خيط مجهري (الصورة ١-أ). وفي الفطر المتطور فالبروتوبلازم في الهيفا تقسم إلي أقسام عند فترات منتظمة بحواجز وقد تكون كاملة أو غير كاملة مع ثغور في الوسط (الصورة ٢-ب). وكل قسم يعرف بالخلية ولو إحتوت في بعض الأحيان - على أكثر من نواة.

وبعد الإستطالة والتفرع فإن الهيفات تتجمع لتكون كتلة متشابكة تسمى الغصينات/غَزل فُطْري mycelium وهي مرئية بالعين المجردة. والغصينات هي التي تمتد وتنفذ لإمتصاص المغذيات للفطر النامي وهي نفس الغصينات mycelium التي تلتف مع المادة الصلبة لتكون دِعامة للجسم الثمري في مرحلة تالية.



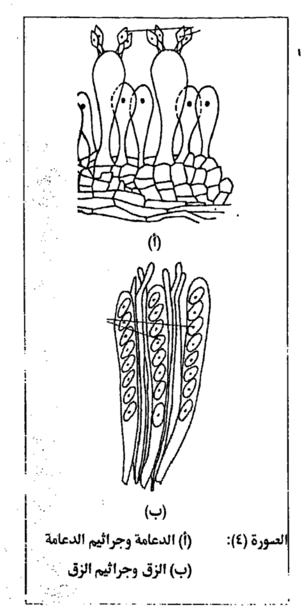
الصورة (٢): أ- الهيفا بدون حواجز. ب- الهيفا بحواجز

التركيب التكاثرى reproductive structure
بعد فترة من النمو النباتى فإن كتلة الهيفا تتميز لتكون تركيباً خاصاً يسمى جسم الثمرة fruit body أو البوغ الثمرى sporocarp. وفى فطر الدعاميات فالغصينات mycelium يجب أن تكون ثنائية الخلية dikaryotic من أجل أن تنتج أجسام ثمرة. وظهور جسم الثمرة يبين إبتداء الطور التكاثرى والتغير من النمو النباتى إلى النمو التكاثرى وهو تغير يُحَثُ ببعض العوامل مثل مستوى الرطوبة فى مادة التفاعل ودرجة الحرارة والرطوبة. وجسم الثمرة له ثلاثة أجزاء: القلنسوة cap أو النكعة pileus والخياشيم gills أو الصفائح الرقيقة lamellae والساق stem أو القلم stipe. وفى بعض الفطر يوجد جزء رابع هو القناع veil أو الغشاء velum (الصورة ٣).

قلنسوة
خياشيم
الدعامات
جراثيم
حلقة
ساق

الصورة (٣): تركيب جسم الثمرة فى الدعاميات.

والدعامة basidium والزق asci هى خلايا خاصة فى جسم الثمرة تنتج جراثيما. فالدِعامة توجد فى الدعاميات Basidiomycetes والجراثيم التى تنتجها تسمى جراثيم الدِعامة basidiospores، والزق asci يوجد فى الزِقيات Ascomycetes وتنتج جراثيم الزق ascospores. والدِعامة تركيبات شبه هراوية club-like وعلى سطحها تنتج جراثيم الدعامة (الصورة ٤).



الصورة (٤): (أ) الدعامة وجراثيم الدعامة
(ب) الزق وجراثيم الزق

والدِعامات basidia يمكن أن ترى في شكلين إما على خياشيم توجد أسفل القلنسوة أو في أنابيب والتي تمتد إلى الداخل من ثغور أسفل القلنسوة. وجراثيم الدِعامات تنتج في أربعات وأحياناً في أزواج ويمكن أن تقع وتنتشر بالريح. ولذا ففطر الدعاميات Basidiomycetes يسمى أحياناً مسقطات الجراثيم spore-droppers ومعظم الفطر العالي والتي تنتج أجسام ثمرة لحمية تنتمي إلى هذه الطائفة.

أما جراثيم الزِق ascospores فتنتج داخل الزِق وهذه تركيبات تشبه الحقيبة saclike ويوجد ثمانية جراثيم زق في كل زق وتطلق فقط عندما يمزق طرف الزق. وعلى ذلك ففطر الزِقِّيات يوصف بأنه مطلقات الجراثيم spore-shooter والغُوشَنة morels والكمأ truttles من أعضاء هذه المجموعة. وجرثومة الفطر هي وحدة التكاثر لأنها الوسيلة التي يمكن بها للنوع أن يتكاثر وهي مماثلة للبذرة في النباتات العالية فيما عدا أن الجرثومة أصغر كثيراً وأبسط كثيراً وليس لها جنين embryo وتنتج بأعداد كبيرة في وقت واحد. وبجانب نوع الجرثومة وطريقة الإطلاق فإن لون الجراثيم يساعد أيضاً في تحديد النوع ولو أنها ليست قرينة أساسية في التقسيم. ولون الجراثيم يحدد بطبع الجرثومة spore print والذي يحصل عليه بقطع قلنسوة من جسم الثمرة الناضج ووضعها على ورق أبيض مع الخياشيم موجهة لأسفل وبعد بعض الوقت تقع الجراثيم على الورقة طابعة شكل القلنسوة السفلي بلون الجراثيم.

وفي بعض الفطر تغطي الخياشيم والجراثيم بقناع عندما يكون جسم الثمرة صغيراً ولكن عندما ينضج جسم الثمرة فإن القناع ينكسر تاركاً بقايا حول الساق. وهناك نوعان من القناع: جزئي وعام universal ويتوقف على الوضع والقناع الجزئي يمتد من طرف القلنسوة إلى الساق وبعد التكسر فإن بقاياه يمكن أن تترك كبقع أو ألياف fibrils على هامش القلنسوة أو على الساق أو في كلا المكانين ويتوقف على شكل البقايا التي تترك على الساق فإنها تكون حَلَقَة أو "خَلْدَة annulus" أو خيوط/ ألياف fibrils.

وبالرغم من إختلاف أجسام الثمرة في الشكل والحجم واللون فهذه الخواص تبقى ثابتة في المجموعات بحيث أنها تكون خواص تمييزية. والشكل الخارجي morphology والتشريح anatomy لأجسام الثمرة خاصة نوع ولون الجراثيم وكيفية إنتاجها تعطي أساساً للتقسيم النظامي للدِعاميات Basidiomycetes. وكذلك مهم في التَعَرُفْ تغيرات اللون التي تحدث في الأجزاء المختلفة وفي النسغ latex الذي قد يفرز عند قطع أو كسر جسم الثمرة. ومذاق النسغ latex والروائح الناتجة من جسم الثمرة هي أدوات إضافية للتَعَرُفْ. فالروائح خاصة جداً لكل نوع حتى أن الخبير يمكن أن يؤكد هوية النوع على أساس هذه الخاصية وحدها. وبعض الفطر مثل فطر الأسنان *Hydnum repandum* ، *H. rufescens* يحتفظ برائحته الخاصة حتى بعد أن يحفظ كعينات مجففة.

إستخدام عيش الغراب البرى
use of wild mushroom

هناك ١٠٠ ألف نوع من الفطر معروفة وموصوفة والعدد الحقيقى حوالى مابين ٢٥٠٠٠٠ – ٣٠٠٠٠٠ منها عدة آلاف مأكلة وعدد لابأس به سام والباقى غير مأكلة.

وبعض عيش الغراب لايمكن أكله بواسطة الإنسان بسبب تفاعلات عكسية وهذه توصف بأنها سامة وتحتوى زعافاً وقد تكون مميتة.

وعيش الغراب يعتبر مأكلة إذا كان أكل ١٠٠ – ٢٠٠ جم منه لايسبب إضطرابات صحية ويحتاج طبخها إلى مدة تتراوح مابين ١٠ ، ٢٠ق. وعيش الغراب يجمع من مناطق نمو الأشجار والإجزاء الخضرية والأجزاء من الغابات الخفيفة أو المختلطة وفى المروج والحقول والمراعى ويمكن حفظ عيش الغراب فى ثلاجة لمدة ٢٤ ساعة على ٤–٦°م. وبعد ذلك تتدهور جسم الثمار فى المظهر وتجف ويتغير لونها وتصبح غير شهية. وقد يعتبره البعض هو وعيش الغراب المزروع من الخضروات. (Beliitz)

ثم هناك المجموعة غير المأكلة وهى غير سامة أو مأكلة وصلاحيتها للأكل تتوقف على المعلومات وهى لاتؤكل إما لأنها صغيرة أو لها رائحة منفرة أو طعم غير لطيف أو أن اللحم جشب جداً أو تنمو فى أماكن غير مرغوبة.

عيش الغراب المزروع
cultivated mushrooms

يمكن إنماء عيش الغراب على هدر الزراعة والصناعة وبذا تحل مشكلة الهدر waste بدلاً من رميها أو حرقها وكلاهما غير إقتصادى وضار بالبيئة.

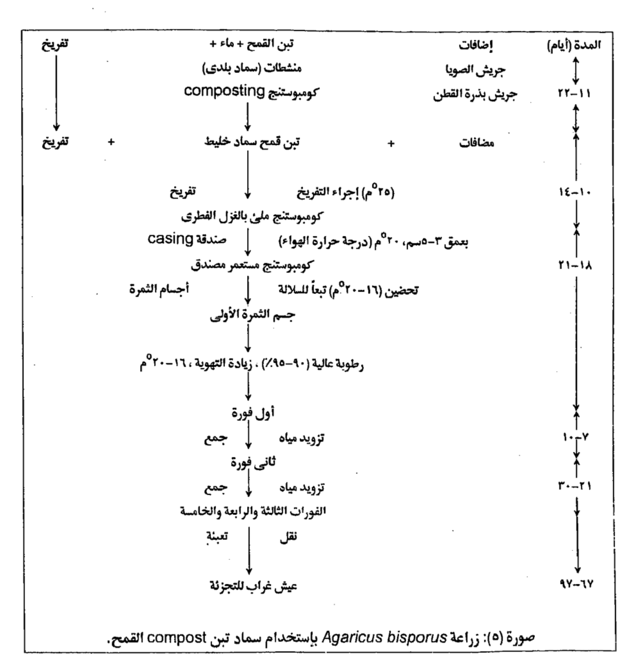
ويمكن تعريف علم عيش الغراب بدراسة الأسس والطرق الخاصة بزراعة عيش الغراب وتشمل تربية الفطر الكبير لإنتاج أجسام ثمار مأكلة لحمية.

وهناك خمسة أنواع من عيش الغراب تزرع عالمياً أهمها عيش الغراب البرعم button mushroom أو الشامبينيون champignon (*Agaricus bisporus*) وعيش الغراب الغابة السوداء اليابانى أو شيتاك shiitake (*Lentinus edodes*) وعيش الغراب التبن أو الصين China or straw-mushrooms (*Volvariello volvacea*) وعيش غراب المحار (*Pleurotus ostreatus*) وعيش غراب الشتاء (*Flammulina volutipes*). وعيش غراب البرعم يمثل ٦٠٪ من الإنتاج العالمى متبوعاً باليابانى ١٤٪ وعيش غراب المحار ٨٪. أما الباقى ١٠–١٥٪ يمثل عدداً من عيش الغراب. وبمساعدة إنزيمات خارجة تنتجها الهيفا يقوم الفطر بتكسير الجزيئات الكبيرة مثل السيليولوز والهيمسيليولوز واللجنين إلى جزيئات أصغر والتى تُمْتَص وتُسْتَخْدَم. وتلعب درجة الحرارة ونسبة الرطوبة ورقم جـ يد مادة التفاعل دوراً هاماً فى القدرة الهدمية لإنزيمات الفطر.

زراعة cultivation of *Agaricus bisporus*

Agaricus bisporus أو عيش غراب البرعم هو فطر روثى وينمو على تبن الحبوب مع أو عدم إضافة مضافات. وهناك مشكلتان فى الإضافات للروث الأولى درجات الحرارة الزائدة فى الروث compost وثانيها وجود فطر moulds الخشب. وأحسن المضافات جريش فول الصويا وبذرة

القطن. ونمو عيش الغراب الحديث هو نشاط مضبوط بعناية ويأخذ مكانه في "بيوت عيش الغراب" حيث الظروف البيئية داخلها يمكن التحكم فيها. وعموماً فهناك خمس عمليات: تحضير مادة التفاعل substrate preparation ؛ تحضير المزرعة الفطرية النقية والتفريخ pure fungal culture & spawn preparation ؛ التفريخ وإجراؤه spawning & spawn running ؛ التمييز أو إنتاج أجسام الثمرة fructification or fruit body production والحصاد والتسويق (الصورة ٥). وفي هذه العمليات فظروف المعمل المعقمة مطلوبة فقط في تحضير المزرعة النقية وتحضير "الفراخ" spawn وفي باقي العمليات تكفي النظافة ومراعاة الظروف الصحية.



صورة (٥): زراعة *Agaricus bisporus* بإستخدام سماد تبن compost القمح.

تحضير مادة التفاعل substrate preparation

مادة التفاعل لنمو عيش الغراب يجب أن تعامل لتسهيل إستعمال الغزل الفطرى/الغصينات السريع والمعاملة تشتمل على القطع chopping والنقع والتسخين وعمل السماد الخليط composting والإضافة. ويُعَرَف الكومبوستنج composting بأنه عملية توالى مضبوطة للكائنات الدقيقة controlled microbial succession فى المادة الصلبة ترمى إلى زيادة عدد الكائنات الحية المحبة للحرارة على حساب الكائنات الحية المحبة للحرارة المتوسطة والتى تتحمل الحرارة thermotolerant وفى نفس الوقت تحويل المادة إلى وسط ثابت يستطيع دعم نمو فطر معين. والعوامل الضابطة لتوالى succession الكائنات الدقيقة هى أساساً الحرارة ومستوى المغذيات المتاحة مثل الكربوايدرات البسيطة والأحماض الأمينية. والحرارة تُوَلَد فى المادة، والمغذيات إما موجودة فى المادة أو يحصل عليها من مصادر رخيصة لتجعل العملية رخيصة جداً ولكنها ذات كفاءة. وعملية الكومبوستنج composting تتم فى مرحلتين تستغرقان ٢٢ يوماً (الجدول ٢) والناتج يتكون من سيليولوز وهيميسيليولوز ولجنين مع بكتيريا محبة للحرارة وفطر (.Humicola spp، *Scytalidium thermophilum*) و actinomycetes، ويجب إختيارياً أن يسمح بالنمو السهل للغصينات/الغزل الفطرى لـ *A. bisporus*.

جدول (٢): كومبوستنج composting تبن القمح لزراعة *Agaricus bisporus*.

العملية	التفاصيل	المدة
أول طور	رصات من التبن وسماد الحصان تبلل وتخلط فى أرض مسلح وتُقَلَّبْ من آن لآخر وترتفع درجة الحرارة تدريجياً إلى ٧٥–٨٠°م.	٧–١٤
الطور الثانى	بسترة وتمام العملية فى غرف خاصة. درجة الحرارة ٥٠–٦٠°م.	٤–٨
كل وقت الكومبوستنج		١١–٢٢

تحضير المزرعة والتفريخ
culture & spawn preparation

المزرعة النقية يمكن الحصول عليها من مجموعة مزارع أو تحضر من جراثيم أو من النسيج الداخلى لجسم الثمرة وفى الحالة الأخيرة توضع جراثيم النسيج الداخلى على وسط مناسب وتحضن على ٢٥°م لمدة حتى سبعة أيام. والغصينات/الغزل الفطرى الناتجة قد تخزن إما فى نتروجين سائل (–١٩٦°م) لمدة لانهائية أو فى غرف على حتى ١٠°م. وفى هذه الحالة الأخيرة يكون التخزين لمدة قصيرة ثم تحت–تزرع sub-cultured من آن لآخر حتى يحتاج إليها. وتحت الزرع (التجديد) ضرورى للمحافظة على معدل النمو ولمنع أى تلوث.

والتفريخ يُعَرَف كمزرعة فطر نقية والتى كونت مستعمرات فى مادة تفاعل معقمة تماماً والتى ستستخدم فى إنتاج عيش الغراب. وجودة غالية فى التفريخ ضرورية جداً لتكوين مستعمرات فى مادة

التفاعل والتي تعكس في هذه الحالة جودة جيدة وإنتاج عال من عيش الغراب. وعمل التفريخ طور حرج جداً في تنمية عش الغراب ويستخدم الشيلم والذرة الرفيعة ولكن يمكن إستخدام أي نوع من الحبوب في إنتاج التفريخ بشرط ألا يصبح طرياً جداً عند الغليان. وعامل آخر هو حجم الحبة فالحبوب الكبيرة تعطي إحتياطي غذاء أكثر للغصينات النامية ولكن يجب أن يفكر في السعر. وتُسْتَخْدَمْ طريقتان لتحضير وتوزيع التفريخ في أحداها يُحَضَرْ التفريخ في وعاء (عادة برطمان زجاجي) ثم يُوْضَعْ في وعاء آخر أكياس عديد الثين polythene مخرمة رفيعاً لتوزيعها. وفي الطريقة الأخرى التفريخ يُحَضَرْ ويباع في نفس الوعاء والذي يمكن أن يكون برطمان زجاجي أو برطمان عديد البروبيلين الذي يمكن وضعه في اوتوكلاف أو أكياس لدائن خاصة يمكن وضعها في الأوتوكلاف.

التفريخ وإجراؤه
spawning & spawn running

التفريخ هو عملية وضع المُفَرَخْ في مادة التفاعل (بالحجم) (مثل الكومبوست compost) مع غرض تحقيق نمو سريع لإنتاج أجسام الثمرة. وهناك ثلاث طرق رئيسية يمكن إستخدامها: التفريخ المباشر وتفريخ السطح والتفريخ المختلط وهذا هو المفضل بسبب التوزيع المتوازن للمُلَقَحْ مما ينتج عنه تكوين مستعمرات سريعاً. ولكن التفريخ المباشر طريقة أسهل. وبغض النظر عن طريقة التفريخ فإن ملء اليد من المُفَرَخْ يُرَشْ على السطح مما يسمح بالتأكد بالنظر بعد عدة أيام إذا كان التفريخ ينمو.

أما إجراء التفريخ spawn running فيقسم إلى نمو المُفَرَخْ في مادة التفاعل فهذا هو الطور النباتي ومن المرغوب فيه أن تُكَوِن الغصينات/الغزل الفطري مستعمرات في المادة بسرعة. ومما يساعد على ذلك محتوى الماء في المادة وتركيبها الفيزيقي وحجم قطع المادة ورقم جيد ودرجة حرارة مادة التفاعل ومعدل عمل المُفرخ ودرجة الحرارة المحيطة والرطوبة. ولـ A. bisporus وجد أن المحصول يزيد مع معدل التفريخ ولكن لأسباب إقتصادية فمعدل ٠,٥ - ٠,٧٥ كجم من المُفَرَخْ إلى ١٠٠ كجم من الكومبوست compost كان كافياً. ومعدل تفريخ عال يولد درجة حرارة مرتفعة في مادة التفاعل في المراحل المبكرة وقد ينتج عن ذلك تثبيط لنمو الغصينات وأثناء عمل المفرخ فإن الغصينات تتماوج وتلتحم مع قطع مادة التفاعل لتكون نظاماً من هيفات والتي تنقل المغذيات إلى أجسام الثمرة النامية وكتلة الهيفا ومادة التفاعل يعطي أيضاً دعم مبدئي لأجسام الثمرة.

التثمير أو إنتاج جسم الثمرة
fructification or fruit body production

التثمير هو الطور الذي يحدث عنده إنتاج أجسام الثمرة وهو - مع الطور النباتي - يتأثر بعدد من العوامل وإن كان بعضها يعطي نتائج مختلفة عندما يقارن بالتأثير على النمو الخضري. فمثلاً في نمو A. bisporus نمو الغصينات يحدث جيداً على ٢٤°م بينما درجات ١٦ - ٢٠°م مطلوبة لإبتداء وإنتاج جسم الثمرة. كذلك في البيئة الغازية بينما تركيز عال من CO_2 مفيد لنمو الغصينات فإن تركيز

أعلا من الأكسجين يساعد التثمير فى معظم الفطر المأكلة. ومستويات ك أ، أعلا من ٠,١٪ داخل غرف المحصول تثبط التكون الأصلى لبعض السلالات ولكن سلالة *A. bitroquis* الإستوائية تتحمل تركيزاً حوالى ٠,١٥٪ أى ١٥٠٠ جزء فى المليون. ومرحلة مهمة فى الطور التكاثرى لـ *A. bisporus* هى عمل صندقة casing وهى عملية عمل طبقة خَضِلة من الخُثّ peat والطباشير (كربونات كالسيوم) على سطح الكومبوست compost ذى المستعمرات إلى عمق حوالى ٥سم. وإنتاج جسم الثمرة لايحدث عادة مع *A. bisporus* بدون عمل هذه الصندقة casing ومع ذلك فتشاركول منشط معقم عندما يستخدم لعمل صندقة casing وجد أنه يشجع التثمير فى المزارع النامية فى الكومبوست compost. ولتعزيز إنتاج جسم الثمرة فنسبة الرطوبة داخل غرف المحصول يجب أن يحافظ عليها على ٨٥ - ٩٥٪ وسطح الكومبوست compost ذى المستعمرات يجب أن يكون خَضِلاً فى كل الوقت.

وتظهر أجسام الثمرة فى دفعات والدفعة التى تحصد على مدى ٣-٤ أيام تسمى فورة flush ويمكن جمع ٥ فورات ومجموع ماحصد يسمى محصولاً crop وهو يمثل الكفاءة البيولوجية التى يمكن تعريفها كالآتى:

$$\text{الكفاءة البيولوجية} = \frac{\text{الوزن الكلى لأجسام الثمرة}}{\text{الوزن الكلى لمادة التفاعل (الكومبوست compost) عند التفريخ}} \times ١٠٠$$

وهناك ثلاثة أطوار لتقدم أجسام الثمرة فى عيش غراب البرعم كما هو موضح فى الجدول (٣).

جدول (٣): أطوار تطور أجسام الثمرة فى *Agaricus bisporus*.

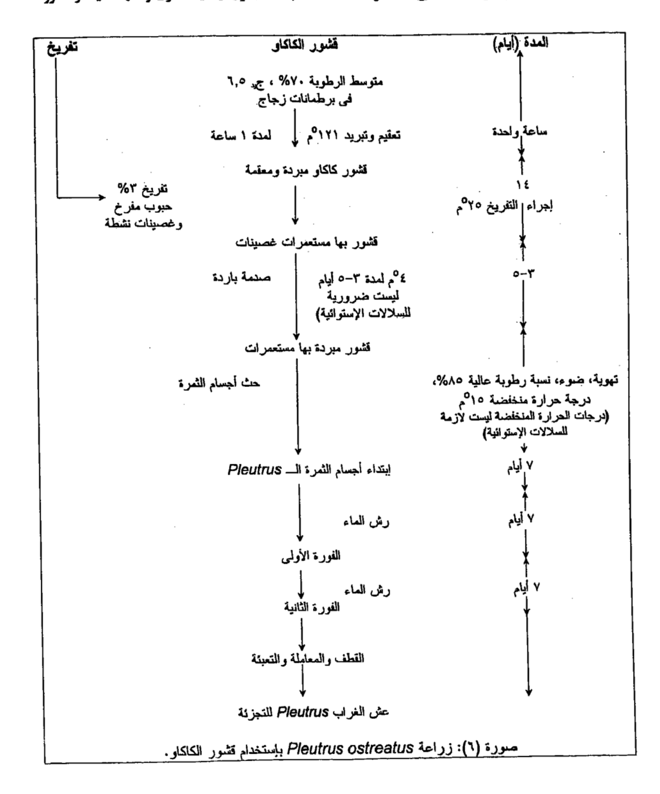
الطور	الوصف
براعم buttons	عيش الغراب مع القناع مقفل وهو يكاد يتكون.
الكؤوس cups	عيش الغراب مع القاع يتكون جيداً ويكاد يتكسر والكأس يحتفظ بشكل كأس واضح.
مفتوحات opens	عيش الغراب تقدم بعد طور الكأس مع الكأس مكوناً حرف T مع الساق، والمفتوحات قد تسمى مسطحات flats.

زراعة عيش الغراب المحار *Pleurotus ostreatus* cultivation of the oyster mushroom

هذا الفطر ينمو أحسن مايمكن على الخشب ونشارة الخشب أو أى مادة مهدرة بها نسبة عالية من الليجنوسيليولوز. ومواد التفاعل لايلزم لها عمل كومبوست composting بل تعامل بالحرارة (بسترة بالبخار) بكفاية لمنع أى تلوث بالكائنات الدقيقة مما يسمح للغصينات/الغزل الفطرى أن تنمو أسرع. ويستخدم تبن القمح أو الأرز ولكن يمكن إستعمال غيرها فقد إستخدمت قشور الكاكاو (الصورة ٦) وقد حصل على كفاءة بيولوجية ٦٣,٥٪ عند إستخدام هدر القطن.

وقت قطف عيش الغراب

أجسام الثمرة يمكن أن توصف بأنها: غير ناضجة أو ناضجة للسوق أو ناضجة بيولوجياً والثمار غير الناضجة صغيرة جداً وليس لها قيمة في الســـوق. وأجسام الثمرة الناضجة بيولوجياً كبيرة مع خياشيم متكونة ومعرضة وتوزيع الجراثيم بحُرِيَة. وهذه الأجسام الناضجة والتى توصف أيضاً بأنها فوق ناضجة قد يكون لها قيمة سوق ولكنها ضعيفة وتتضرر



صورة (٦): زراعة *Pleutrus ostreatus* بإستخدام قشور الكاكاو.

بسهولة أثناء النقل والمعاملة. والطور التالى هو الهدم والنضج السوقى يقع مابين الطورين السابقين ومن المستحسن قطف كل أجسام الثمار التى تظهر فى الفورة لأنها لو تركت فهى تعطل ظهور الفورة التالية وتميل إلى جذب الحشرات.

مناولة وتخزين عيش الغراب الطازج

عيش الغراب يستمر فى النمو والتمدد حتى بعد الحصاد ولذا يجب تسويقه بعد الحصاد بسرعة فإذا لم يتيسر ذلك فتبرد إلى ٤-٦°م. وهى تحتوى حوالى ٩٠٪ ماء بعضه يفقد بالحفظ. وعندما يصبح عيش الغراب كبيراً أو يجرح فإن بعض الإنزيمات تحدث تلوثات بنية/سمراء وإنزيم التيروسيناز هو المسبب لذلك ولمنع التغيرات تحفظ فى أوعية مخرمة طرية للسماح بالتنفس بإستمرار. وقد تحفظ تحت جو مضبوط ولاينصح بغسل عيش الغراب لأن الهيفا السطحية قد تتكسر وتسرع من التحول للون البنى/الأسمر ولكن إذا كان ولابد من الغسيل فإنه يغمر فى محلول ص كل ٠,٠٥٪ وبيكبريتيت الصوديوم ٠,٠٥٪ وتزال المياه الزائدة بالنشاف أو بالتجفيف فى الهواء.

معاملة عيش الغراب

قد يجمد أو يسلق أو يعلب أو يبستر. ولـ *A. bisporus* فالتجميد لم ينجح لأن أجسام الثمرة تغمق مع الزمن والجودة تتأثر بالتيع thawing. والسلق لم ينجح فى منع تغير اللون. وقد يعلب فى ماء يحتوى فيتامين ج كمضاد للأكسدة. وبالنسبة لـ *P. ostreatus* فأسهل الطرق وأقدمها هى التجفيف على ٤٥ - ٦٠°م فى الهواء والمنتج المُجَفَّف يمكن أن يعاد تميؤه بالنقع فى الماء لمدة حتى ٢ ساعة. وطريقة أخرى هى التخليل فى تركيزات عالية من حمض الخليك أو أى حمض آخر ولكن المنتج غير جذاب. وبعكس *A. bisporus* تجميد أجسام الثمرة فى *P. ostreatus* (فالتجميد) بعد السلق لايؤثر على اللون أو القوام بل تعيش لمدة حتى ٦ سنوات وقد حفظت أخيراً أيضاً بالتجفيد لأغراض معينة. وعيش الغراب يحفظ للتصدير وللشوربة والصلصات وملء الفواكه pie filling وللحشو.

التكوين الكيماوى

محتوى البروتين أعلا مما يوجد فى معظم الخضروات، ٧٠ - ٩٠٪ من البروتين سهل الهضم (الجدول ٤) كما أن الأحماض الأمينية (جدول ٥) جيدة والفيتامينات توجد فيه بكميات معقولة (الجدول ٦). ويلاحظ وجود فيتامين ب١٢ بنسبة ٠,٣٢ - ٠,٦٥ ميكروجرام/جم وزن طازج وهذا جيد بالنسبة لمن يأكلون النباتات فقط. الجدول (٧) يعطى المعادن الموجودة ومنه يتبين أن الفوسفور والبوتاسيوم هما أساسيان فى رماد عيش الغراب وأن الكالسيوم والحديد والنحاس توجد فقط بكميات صغيرة. ونظراً لأن زراعة عيش الغراب لاتتكلف كثيراً وأنها تستخدم مواد مُهْدَرَة وأن لها أهمية غذائية فيجب تشجيع هذه الزراعة. وهى مهمة خاصة فى الأماكن من العالم حيث مواد اللجنوسيليولوز تهدر وأن العمالة رخيصة.

جدول (٤): التكوين [أ] التقريبى لعيش الغراب المزروع الطازج.

نوع عيش الغراب	الرطوبة نسبة مئوية من الوزن الرطب	البروتين الخام ن×٤,٣٨	كربوايدرات (الكل)	دهن	ألياف	رماد	طاقة كيلوكالورى/ ١٠٠جم وزن جاف
Agaricus bisporus	٨٩,٥	٢٦,٣	٥٩,٩	١,٨	١٠,٤	١٢,٠	٣٢٨
Auricularia polytricha	٩٠,٥	٤,٤	٧٩,٩	٩,٧	١١,٩	٦,٠	٣٨٤
Flammulina velatipes	٨٩,٢	١٧,٦	٧٣,١	١,٩	٣,٧	٧,٤	٣٧٨
Lentinus edodes	٩٣,٤	١٨,٢	٧١,٢	٣,٠	٧,٦	٧,٦	٣٦٥
Pholiola nameko	٩٥,٢	٢٠,٨	٦٦,٧	٤,٢	٦,٣	٨,٣	٣٧٢
Pleurotus ostreatus	٧٣,٧	١٠,٥	٨١,٨	١,٦	٧,٥	٦,١	٣٦٧
Volvariella volvacea	٨٨,٤	٣٠,١	٥٠,٩	٦,٤	١١,٩	١٢,٦	٣٣٨

أ: بيانات كنسبة مئوية للوزن الجاف مالم ينص على غير ذلك. جميع العينات طازجة وأجسام ثمار ناضجة.

جدول (٥): الأحماض الأمينية الضرورية [أ] فى بعض عيش الغراب المزروع.

الحمض الأمينى	*Pleurotus ostreatus*	*Agaricus bisporus*	*Volvariella diplosia*	*Lentinus edodes*
لوسين	٦,٨	٧,٥	٥,٠	٧,٩
ايزولوسين	٤,٢	٤,٥	٧,٨	٤,٩
فالين	٥,١	٢,٥	٩,٧	٣,٧
تربتوفان	١,٣	٢,٠	١,٥	لم يُجْرَ
ليسين	٤,٥	٩,١	٦,١	٣,٩
ثريونين	٤,٦	٥,٥	٦,٠	٥,٩
فينيل ألانين	٣,٧	٤,٢	٧,٠	٥,٩
تيروسين	٣,٠	٣,٨	٢,٢	٣,٩
سستين	٠.٤	١,٠	٣,٢	لم يُجْرَ
ميثيونين	١,٥	٠,٩	١,٢	١,٩
أرجينين	٥,٣	١٢,٩	٨,٣	٧,٩
هستيدين	١,٧	٢,٧	٤,٢	١,٩
المجموع	٤٢,٢١	٥٥,٨	٦٢,٢	٤٧,٨

أ: البيانات كجرامات حمض أمينى / ١٠٠ جم بروتين خام.

جدول (٦): الفيتامينات فى عيش الغراب Agaricus bisporus.

الفيتامين	المحتوى مجم/١٠٠ جم وزن طازج	الفيتامين	المحتوى مجم/١٠٠ جم وزن طازج
فيتامين أ	صفر	فيتامين ج	٢,١٠
فيتامين ب١	٠,١٠	فيتامين ئى	٥,٠٠
فيتامين ب٢	٠,٤٤	بيوتين	٠,٨٣
حمض نيكوتينيك	٠,٥٠	حمض فوليك	٠,٠١٦
حمض بانتوثينيك	٦,٢٠	فيتامين ك	٠,٠٣

جدول (٧) المحتوى المعدنى[أ] لبعض عيش الغراب المزروع.

نوع عيش الغراب	كالسيوم	فوسفور	بوتاسيوم	حديد	نحاس
	مجم / ١٠٠ جم			جزء فى المليون	
Pleurotus ostreatus	٣٣	١٣٤٨	٣٧٩٣	١٥,٢	لم يحدد
Agaricus compestris	٢٣	١٤٢٩	٤٧٦٢	١٨٦,٠	١٢,٨
Volvariella diplasia	٥٨	١٠٤٢	٣٣٣٣	١٧٧,٠	لم يحدد
Lentinus edodes	١١٨	٦٥٠	١٢٤٦	٣٠,٠	لم يحدد

أ: البيانات محسوبة على أساس الوزن الجاف.

عصر

عصير

أنظر: كل عصير على حدة (برتقال، تفاح ... ألخ.

عصفر

عصفر/قرطم safflower

أنظر: زيوت نباتية.

عقب

تقنية العقبات hurdle technology

الطرق الموحدة فى حفظ الأغذية

combined methods for food preservation

تفاعلات درجة الحرارة ونشاط الماء (نم a_w) و جيد pH وجهد الأخسدة (جعس E_h)وغيرها مهمة فى ثبات الأغذية بالنسبة للكائنات الدقيقة. وبالتالى فأمان وثبات الأغذية تقليدية أو حديثة يتوقف على إعتبار هذه العوامل والتغلب عليها وتعرف فى هذه

الحالة "بالعقبات hurdles" ومن هنا نشأ مايسمى "بتأثير العقبات hurdle effect" ومنه نشأت تقنية العقبات hurdle technology حيث يمكن بإستخدام إرتباطات لهذه العقبات تحسين أمان وجودة الأغذية. وهى تستخدم فى البلدان الصناعية مع الأغذية المعاملة بأقل معاملة، وكذلك فى البلدان النامية حيث تخزن الأغذية بدون تبريد. وهذا المفهوم concept يعرف أيضاً بعدة أسماء: حفظ الأغذية بطرق مرتبطة combined methods، معاملات مرتبطة، حفظ مرتبط combined preservation وتقنيات مرتبطة.

I- أسس طرق الحفظ المرتبطة
principles of combined preservation

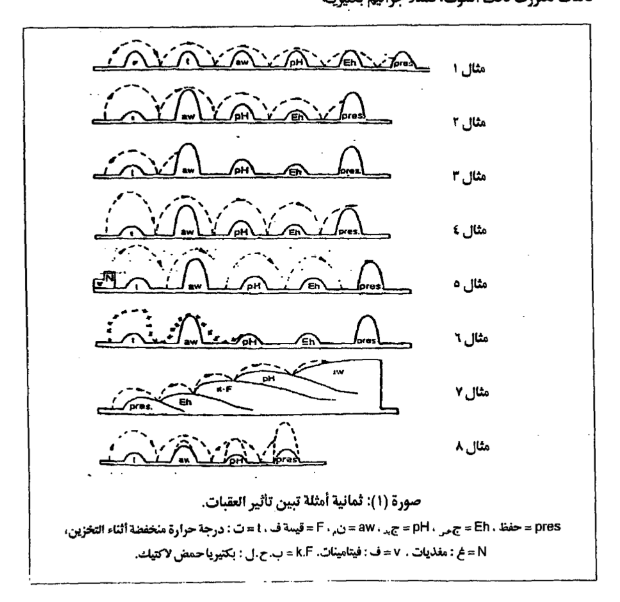
تُستَخدَم طرق حفظ لجعل الأغذية ثابتة ومأمونة مثل الحرارة والتبريد والتجميد والتجفيف ...الخ وهى مبنية على معالم parameters أو عقبات hurdles معدودة مثل درجة الحرارة العالية (قيمة ف F-value) ودرجة الحرارة المنخفضة ونشاط الماء (نم a_w)، جيد وغيرها. ولهذه المعالم قيم حرجة لموت وبقاء ونمو الكائنات الدقيقة وهذه القيم الحرجة تتغير إذا وجد مَعْلَمٌ مع غيره فى الغذاء. فمقاومة البكتريا للحرارة تزيد على نم منخفضة وتنخفض في وجود بعض المواد الحافظة، بينما جخ منخفض يزيد من تثبيط الكائنات الدقيقة المتسبب عن نم منخفض أو التأثير المتزامن من عوامل الحفظ المختلفة يمكن أن يكون جميعاً/إضافيا أو يكون حتى تآزرياً synergistic.

تأثير العقبات hurdle effect

١- فى كل غذاء ثابت وآمن يوجد عدد من العقبات هى التى تحفظ مجموعة الكائنات الدقيقة العادية منضبطة. وهذه الكائنات الموجودة فى البداية يجب ألا تستطيع التغلب على (القفز على) العقبات الموجودة وإلا فسد الغذاء وربما تسبب فى تسمم غذائى والأمثلة الآتية ستوضح ذلك.

فى الصورة (١) يوجد ثمانى أمثلة لتأثير العقبات. المثال الأول يبين غذاءاً به ست عقبات: درجة حرارة مرتفعة أثناء المعاملة (قيمة ف)، درجة حرارة منخفضة أثناء التخزين (قيمة ت)، نشاط ماء (نم)، حموضة (جيد)، جهد الأخسدة (جخ) ومادة حفظ (حفظ). والكائنات الدقيقة الموجودة لايمكنها التغلب على هذه العقبات، وبذا يبقى الغذاء ثابتاً وآمناً منها. ولكن المثال (١) مثال نظرى وأن العقبات لها نفس الإرتفاع أى لها نفس الشدة، وهذا نادراً مايحدث ولكن الأكثر حدوثاً ماهو فى المثال (٢) حيث الثبات ضد الكائنات الدقيقة مؤسس على عقبات لها شدة مختلفة. وهى فى هذه الحالة نم، مواد حفظ وعقبات أخرى أقل أهمية هى درجة حرارة، جيد ، جخ. وهذه العقبات الخمس كافية لتثبيط الكائنات الدقيقة فى هذا المنتج. وفى المثال (٣) يوجد قليل من الكائنات الدقيقة فى المبدأ وعلى ذلك فعقبات قليلة أو منخفضة تكفى لثبات هذا المنتج ضد الكائنات الدقيقة والحفظ مطهراً للأغذية القابلة للتلف مؤسس على هذا. وإذا كان حمل الأغذية من الكائنات الدقيقة الأصلى مماثل (مثل فاكهة ذات رطوبة مرتفعة أو لحم) تنقص جوهرياً (بإستخدام البخار مثلاً) فإنه بسبب

هذا الخفض يكون هناك عدد أقل من الكائنات الدقيقة عند البداية وتكون أسهل فى التثبيط. ولكن إذا كان هناك ظروف صحية سيئة يكون هناك فى البداية عدد عديد من الكائنات الدقيقة غير المرغوبة (المثال ٤) فحتى العقبات الداخلية العادية فى المنتج لاتستطيع منع الفساد أو التسمم الغذائى. وفى المثال "٥" يوجد غذاء غنى فى المغذيات (غ) والفيتامينات (ف) تُعَزِزْ نمو الكائنات الدقيقة فإن العقبات فى هذا المنتج يجب أن تُعَزَزْ وإلا يتم التغلب عليها. وفى المثال (٦) يبين سلوك كائنات تضررت تحت الموت، فمثلاً جراثيم بكتيرية فى منتجات اللحوم تضررت تحت الموت بالحرارة sublethally فإن الخلايا الخضرية الناتجة منها تنقصها الحيوية ويتم تثبيطها بعقبات أقل أو أكثر إنخفاضاً. وفى المثال (٧) يتم تثبيت الغذاء أثناء المعاملة بعقبات متتابعة مهمة فى عملية النضج وهذا يمثله السجق المختمر. وفى المثال (٨) يوضح التأثير المحتمل للعقبات يوضحها الإضطراب ذو الإهداف المتعددة للإستتباب/ الإستقرار homeostasis للكائنات الدقيقة فى الأغذية.



صورة (١): ثمانية أمثلة تبين تأثير العقبات.

pres = حفظ ، Eh = جهد ، pH = جيد ، aw = نم ، F = قيمة ف ، t = ت : درجة حرارة منخفضة أثناء التخزين، N = غ : مغذيات ، v = ف : فيتامينات. k.F = ب.ح.ل : بكتيريا حمض لاكتيك.

ومثلاً كان غذاء حيوانات التدليل pet food ينتج بـ نم ٠,٨٥ بإستخدام كميات من جليكول البرولين الذى ربما أثر على صحة الحيوان ولكن ينتج الآن بـ نم ٠,٩٤ ويمكن ثباته على درجة الحرارة المحيطة ويكون صحياً أكثر وذى مذاق وأكثر إقتصاداً. وكذلك يمكن إستخدام تقنية العقبات فى المحافظة على جودة الأغذية وهذا يتطلب معرفة الخواص الفيزيقية والبيولوجية لها. فمثلاً منتجات تفاعل مايارد تؤثر على أمان الغذاء وجودته بسبب خواصها ضد الكائنات الدقيقة ولكنها قد تحسن النكهة. وهذا يعمل أيضاً مع إستخدام النتريت فى اللحوم. كذلك يمكن إستخدام عوامل أخرى غير السابق ذكرها مثل الكائنات الحية المتنافسة (بكتيريا حمض اللاكتيك مثلاً) والحقول المغناطيسية المتذبذبة oscillating magnetic وحقول النبضات الكهربية pulsed electric ونبضات الضوء...الخ وكذلك المواد الحافظة الطبيعية (مستخلصات التوابل، الليسوزيم، الكيتوزان، محلمأ البكتين، البروتامين، جليكو بروتين البابريكا ومستخلصات حشيشة الدينار ...الخ) وغير ذلك مثل الجو المعدل والتعبئة تحت فراغ أو بإستخدام مغطيات ماكلة، وإستخدام الضغط أو الإشعاع، والدخان smoke ومضادات الأكسدة.

أساس حفظ الأغذية
basic aspects of food preservation

١- الإستتباب/الإستقرار المتجانس homeostasis

يقصد بالإستتباب الميل إلى التجانس uniformity أو الثبات فى الحالة العادية (البيئة الداخلية) للكائنات الدقيقة فمثلاً الإحتفاظ برقم جيد فى حدود ضيقة مطلوب للكائن الحى فإذا أضطرب إستتباب الكائنات الدقيقة أى توازنها الداخلى عن طريق عوامل حفظ/عقبات فإنها لاتنمو ولكنها تبقى فى الطور البطئ lag-phase وربما ماتت.

٢- الإستنزاف الأيضى metabolic exhaustion

سجق الكبد المسخن فى مَرْكَزِه إلى ٩٥°م وضبط لمختلف نشاطات ماء بإضافة ملح ودهن ثم لُقِحَ بـ *Clostridium sporogenes* PA 3679 وخُزِنَ على ٣٧°م، فجراثيم الكلوستريديا التى بقت على قيد الحياه إختفت من المنتج أثناء التخزين إذا ثبت المنتج. ونفس السلوك لوحظ لكل من جراثيم *Clostridium* & *Bacillus* أثناء تخزين منتجات اللحم الثابتة على الرف، وفُسِرَ ذلك بأن الجراثيم قاومت الحرارة المستخدمة ولكن الخلايا الخضرية الناتجة لم تعش. أى أن العد البكتيرى لأغذية تقنية العقبات الثابتة تقل أثناء التخزين خاصة فى الأغذية غير المبردة. وفى منتجات اللحم الصينى المجفف الملقح بالإستافيلوكوكاى أو السالمونيلا أو الخمائر فإن العد إنخفض خلال التخزين غير المبرد خاصة مع اللحم الذى له نشاط مائى قريب من عتبة نمو الكائنات الدقيقة فهذه الكائنات الدقيقة تجهد نفسها للمحافظة على إستتبابها فتستخدم كل طاقاتها وهذا يؤدى إلى التعقيم الذاتى autosterilization لمثل هذه الأغذية.

وفى مستحلبات الماء فى الزيت (المرجرين مثلاً) والتى لقحت بـ *Listeria innocea* إختفت الليستيريا أسرع على درجة الحرارة المحيطة

(٢٥°م) عن على درجة الحرارة المبردة (٣٧°م) على جيد ٤,٢٥ > جيد ٤,٣ > جيد ٦ فى المستحلَبات الدقيقة أسرع من المستحلَبات الخشنة coarse وتحت ظروف غير هوائية أسرع من تحت ظروف هوائية. ومن هذا استنتج أن الإستنزاف الأيضى يُسَرِّع إذا وجدت عقبات أكثر وهذا قد ينتج عن زيادة طلبات طاقة للإحتفاظ بالإستنبات تحت ظروف إجهاد stress.

٣- تفاعلات الإجهاد stress reactions

بعض البكتيريا تصبح أكثر مقاومة (حرارياً) أو أكثر سمية تحت الإجهاد عندما تولد بروتينات صدمة الإجهاد. وتخليق بروتينات صدمة الإجهاد الحامية يُحَثْ بالحرارة أو جيد أو نم أو الإيثانول ...الخ وأيضاً بالمجاعة.

٤- الحفظ متعدد الأهداف
multitarget preservation

إذا أخذنا المثال (٨) فى الصورة (١) نجد أن تأثيراً تآزرياً يمكن أن يحصل عليه إذا هاجَمَت العقبات فى الغذاء فى نفس الوقت عدة أهداف (مثلاً غشاء الخلية، دارن DNA، أنظمة إنزيمية، ج يد ، ن م، ج حـ) فى داخل خلايا الكائنات الدقيقة وبذا تجعل الإستتباب فى الكائنات الدقيقة يضطرب. وبذا يصبح تصحيح الإستتباب وكذلك تثبيط بروتينات صدمة الإجهاد أكثر صعوبة. أى أن إستخدام مواد حافظة فى كميات صغيرة يكون أكثر كفاءة عن إستخدام مادة حافظة واحدة فى كمية كبيرة، لأنها قد تعمل تآزرياً. ومثال على ذلك إستخدام النيسين الذى يهدم غشاء الخلية فى إرتباط مع الليسوزيم والسترات والتى يمكنها عندئذ أن تخترق الخلية بسهولة وتزعج الإستتباب فى عدة أهداف.

وتستخدم تقنية العقبات فى الأغذية ذات الرطوبة المتوسطة مثل الفواكه والخضر ومنتجات الخبيز والسمك واللبن وغيرها. كما تستخدم فى الأغذية ذات الرطوبة العالية مثل المورتا والسجق الطلياني وبعض السجقات الأخرى. كما تستخدم مع الأغذية الصحيحة/التامة integer foods حيث تتكون من قطع كبيرة سواء حيوانية أو نباتية مع إستعمال طريقتين: بإستخدام مغطيات coatings تحتوى وتحافظ على مواد مُثبطَة لكى تحمى سطح الغذاء ضد التلف بالكائنات الدقيقة أو تستخدم طريقة لتقليل المياه dewatering مع تشريب impregnation بالنقع فى محاليل مركزة لمبللات humectants أو غيرها من مضافات الأغذية. ومن أمثلة ذلك البسطرمة ولها ن م ٠,٩٠ - ٠,٨٥ مع عقبات أخرى ممثلة فى مواد حافظة فداخل المنتج (البسطرمة) يثبت بالمعالجة الجافة لشرائح اللحم بالملح والنترات التى تختزلها البكتيريا إلى نتريت. ويزال الماء بالتجفيف والضغط وكذلك بنمو بكتيريا حمض اللاكتيك والتى تخفض جيد إلى حوالى ٥,٥. وهذه العقبات تثبط بكتيريا الفساد والبكتيريا الممرضة ومنها السالمونيلا. أما السطح فيغطى بعجينة مأكلة (٣ - ٥سم) بها ٣٥٪ ثوم مسحوق حديثاً وبابريكا وكمون وخردل وحلبة. وهذا يمنع نمو الفطر أثناء التخزين حتى على درجات حرارة ونسبة رطوبة مرتفعة. فيعمل فى حفظ البسطرمة خمس عقبات

على الأقل (نم ، نتريت ، جيد ، الفلورا المتنافسة والثوم).

II- تصميم تقنية العقبات في الأغذية
design of hurdle-technology foods

يحسن إستخدام : ١- تقنية العقبات الصالحة في تصميم الأغذية. ٢- علم الأحياء المجهرية التنبؤي predictive microbiology لتهذيب الطرق refinement. ٣- تحليل نقط المراقبة الخطرة والحرجة hazard analysis and critical control points لمراقبة الطرق ولذا فلتصميم الأغذية طريقة تتكون من عشر خطوات تشمل الثلاثة مفاهيم السابقة (جدول ١) ولو أنها تعتبر مؤقتة.

الجدول (١): خطوات في تصميم الغذاء:
١- تعرف - مؤقتاً - الخواص الحسية المرغوبة وعمر الرف المرغوب. ٢- توضع تقنية ممكنة لإنتاج هذا الغذاء. ٣- ينتج هذا الغذاء بهذه التقنية ثم تقدر فيه جيد ، نم، المواد الحافظة والعوامل الأخرى المثبطة وتعرف درجة الحرارة (إذا كانت ستستخدم)، وكذلك ظروف التخزين وعمر الرف.
٤- تستخدم الأحياء المجهرية التنبؤية لمعرفة الثبات ضد الكائنات الدقيقة. ٥-يختبر الغذاء بكائنات دقيقة تسبب السمية والفساد. ٦- إذا لزم الأمر تُحَوَّرْ العقبات في الغذاء مع مراعاة الحفظ لأهداف متعددة وكذلك جودة الخواص الحسية (أي الجودة الكلية). ٧- يختبر الغذاء مرة أخرى بالكائنات الدقيقة المناسبة وإذا لزم الأمر تُحَوَّرْ العقبات مرة أخرى، وربما أفادت الأحياء المجهرية التنبؤية في معرفة أمان الغذاء. ٨ - بعد تعريف العقبات في الغذاء المحور أو الجديد بما فيها حدود التسامح tolerances يتفق على طرق مراقبة monitoring العملية ويفضل إستخدام طرق فيزيقية. ٩- ينتج الغذاء تحت ظروف تجارية حتى يمكن تحقيق تقدم طرق الإنتاج الصناعي. ١٠- وللإنتاج الصناعي تُقَيَّم نقط المراقبة الحرجة، وطريقة التصنيع تراقب بنقط المراقبة الخطرة والحرجة فإذا لم تكن هذه مناسبة فإن مراقبة التصنيع بطرق مزاولة التصنيع الجيد good manufacturing practice يجب أن تُعَرَفْ.

وإستخدام تقنية العقبات قديم فقد إستخدمه المصريون القدماء في تحنيط الممياءات فهذه عُزِزَ بإستخدام ثلاث عقبات: نم منخفضة (٠,٧٢)، وزيادة في جيد (١٠,٦) ومواد حافظة من توابل ونباتات عطرية. (Leistner)

عفن

عفن	mould

أنظر: فساد

عقد

عنقودية/كروية	*Staphylococcus*

أنظر: ستافيلوكوكس

عقق

العقيقة

في العقيقة

١- تعريفها: العقيقة هي أن الشاة تذبح للمولود يوم سابع ولادته.

٢- حكمها: العقيقة سُنَّة متأكدة للقادر عليها من أولياء المولود، وذلك لقوله ﷺ: "كل غلام رهينة بعقيقته تذبح عنه يوم سابعه ويسمى ويحلق رأسه"[١]

٣- حكمتها: من الحكمة في العقيقة شكر الله تعالى على نعمة الولد، والوسيلة لله عز وجل في حفظ المولود ورعايته.

٤- أحكامها: من أحكام العقيقة:

١- سلامتها وسنها: مايجزيء في الأضحية من السن والسلامة من النقص يجزيء في العقيقة، ومالايجزيء في الأضحية لايجزيء في العقيقة.

٢- طعمها وإطعامها: يستحب أن يعق على الذكر بشاتين:"إذ ذبح الرسول ﷺ عن الحسن كبشين"[٢]

كما يستحب أن يسمى المولود يوم سابعه، وأن يختار له من الأسماء أحسنها، وأن يحلق رأسه، ويتصدق بوزن شعره ذهباً أو فضة أو مايقوم مقامهما من العملة، لقوله ﷺ: "كل غلام رهينة بعقيقته تذبح عنه يوم سابعه، ويسمى ويحلق رأسه"[٣]

٤- الأذان والإقامة في أذني المولود: أستحب أهل العلم إذا وضع المولود أن يؤذن في أذنه اليمنى ويقام في أذنه اليسرى، رجاء أن يحفظه الله من أم الصبيان وهي تابعة الجان لما روى "من ولد له ولد فأذن في أذنه اليمنى وأقام في أذنه اليسرى لم تضره أم الصبيان".

٥- إذا فات السابع ولم يذبح فيه صح أن يذبح يوم الرابع عشر أو يوم الواحد والعشرين وإن مات المولود قبل السابع لم يعق عنه.

(أنظر: أضحية أيضاً) (أبوبكر الجزائري)

عقم

تعقيم الأغذية

sterilization of foods

التعقيم عملية تسبب تثبيط كل أنواع الحياه.

الأغذية مادة مثلى للبكتيريا والتي هي كثيراً ماتكون السبب في العدوى أو التسمم intoxication وتتصل بوجود وتقدم الكائنات الحية الدقيقة وزعافاتها. والمواد الخام الحيوانية والنباتية تتميز بوجود كائنات دقيقة إعفينية saprophytic أو شبه متطفلة pseudoparasitic والتي توجد عادة في توازن وهذا الموقف يتغير عند وقت الحصاد أو الذبح حيث تميل فلسورا الكائنات الحية الدقيقة إلى غزو الأنسجة والتزايد مما ينتج عنه تهدم في الغذاء. والتلوث الثانوي أيضاً ممكن أثناء معاملة الغذاء أو مناولته أو تخزينه مع إدخال الممرضات التي قد تجد ظروفاً مناسبة للتكاثر proliferation وتكوين الزعاف. ويمكن ضبط التلوث بالمعاملة المناسبة ومقاييس المناولة وبإستخدام التقنية المناسبة لتثبيط الكائنات الدقيقة والتي ربما جعلت الغذاء غير مناسب للإستهلاك أو حتى مضر.

(١) أبو داود والنسائي وصححه غير واحد. (٢) الترمذي وصححه. (٣) يستحب حلق رأس الذكر لا الجارية فإنه يكره حلق رأسها.

والمحافظة على الخواص الحفظية وصحة الغذاء هى الغرض المراد تحقيقه خلال نقص فى وجود وتكاثر الكائنات الحية الإعفينية saprophytic والتخلص من الممرضات pathogens وعلى ذلك فعمليات التعقيم فى معاملة الأغذية هى ضرورة مطلقة لإنتاج أغذية حرة تماماً من أى خطر على الصحة وصالحة للإستهلاك.

مقاومة الكائنات الدقيقة

the resistance of microorganisms

البكتيريا الخضرية والفيروسات والبروتوزوا المعوية الكيسية cysts مقاومتها ضعيفة بدرجات مختلفة للعوامل المستخدمة فى التعقيم، بينما الجراثيم spores تقاوم بشدة مثل هذه العوامل. وفى الواقع فوجود ثنائى بيكولينات الكالسيوم calcium dipycholinate وهو المكون الدقيق للقشرة cortex يثبت البروتينات ضد المسخ denaturation بالحرارة بينما مقاومتها المرتفعة للإشعاعات المؤينة تعزى إلى عدم نفاذية القُلافة involucrum ووفرة السستئين والذى يعادل الشقوق الأيدروكسية hydroxy radicals بسبب وجود مجموعات سلفهدريل

وتقسم الكائنات الحية الدقيقة تبعاً لدرجة حرارة تكاثرها المثلى كمحبة للبرودة psychrophilic مع درجة حرارة تكاثر أقل من ٢٠°م ولكن تنمو على ٣ – ٨°م كذلك، ومحبة لدرجات الحرارة المتوسطة mesophilic والتى تنمو على مدى درجات حرارة ٢٠ – ٤٥°م ومحبة للحرارة thermophilic والتى تتحمل tolerate درجات حرارة حتى ٧٠°م. وتكاثر البكتيريا يكون أكثر مايمكن عند درجة الحرارة المثلى، وتميل إلى النقصان مع إرتفاع أو إنخفاض درجة الحرارة حتى تقف تحت درجة حرارة الحد الأدنى أو الحد الأقصى. فمثلاً بكتيريا محبة للحرارة المتوسطة مثل *Clostridium perfringens* لها وقت جيل generation time قدره ١٢ دقيقة على ٤٢°م و ٢٨ ساعة على ١٥°م. والحرارة تستطيع تثبيط الكائنات الحية الدقيقة وعلى درجات حرارة أعلا من ٧٥°م تستطيع قتل البكتيريا فى أشكالها الخضرية والخميرة والفطر moulds؛ أما الجراثيم فتقاوم درجات حرارة أعلا من ١٠٠°م.

والعوامل التى تؤثر على المقاومة الحرارية للجراثيم مرتبطة أساساً بالنوع species والسلالة وبالوسط الذى ينمو فيه الكائن الدقيق (فالمقاومة الحرارية لبعض الجراثيم تزيد إذا زاد تركيز أيونات الكالسيوم فى الوسط) ورقم pH (رقم pH منخفض يقلل من المقاومة للحرارة) وإضطرابات الماء (فالمقاومة الحرارية تزيد عندما يقل إضطراب الماء) ووجود أو إضافة مواد مثل الدهن والذى يعطى حماية لجراثيم البكتيريا أو إضافة السكر أو كلوريد الصوديوم وكلاهما يزيد من المقاومة الحرارية للكائنات الدقيقة بتقليل إضطراب الماء.

توزيع الكائنات الدقيقة

distribution of microorganisms

مجموعة كائن دقيق معرض لفعل عامل مميت مثل الحرارة تعطى مركبات تثبيط تمثلها الصورة (١) ويمكن تمثيلها بإستخدام اللوغاريتم للأساس ١٠ لعدد البكتيريا الباقية على قيد الحياة كدالة للزمن.

والتعبير الرياضي يمكن أن يكون بإستخدام ثابت ث K السرعة:

ث = (١÷ت) لو(ع÷ع١) $K=(1/t) \log(N/N_1)$

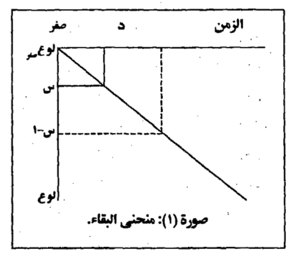
حيث:

ت: زمن التعريض t = exposure time

ع = عدد الكائنات الحية الدقيقة الأصلي

N = initial number of microorganisms

ع١ = العدد النهائي N_1 = final number



صورة (١): منحنى البقاء.

وعملية تثبيط البكتيريا ليست دائماً مستقيمة فهناك عوامل تعمل على ذلك وأهمها: إحتمال وجود كائن دقيق مقاوم للحرارة مما يسبب للخط أن "يذيل tail off" في الجزء النهائي. وزمن الخفض العشرى decimal reduction time وهو قيمة د D يُعَرَفْ بأنه الوقت اللازم لهدم/قتل ٩٠٪ من مجموعة البكتيريا الأصلية. وتختلف قيم د D أساساً تبعاً لدرجات الحرارة التى تصل إليها مادة التفاعل وتكوينها والمقاومة الحرارية للكائن.

وقيمة د على ٦٥°م للبكتيريا غير المكونة للجراثيم وللخميرة والفطر moulds منخفضة جداً فهى للـ *Pseudomonas* ٠,٦ ثانية و للـ *Escherichia coli* ٦ ثوان. وهذه البكتيريا لاتقاوم الحرارة كثيراً وللسلالات المقاومة من البكتيريا مثل *Enterococcus faecalis* فقيمة د D على ٦٥°م تصل إلى ٣٠ دقيقة. والمقاومة الحرارية لجراثيم البكتيريا أعلا كثيراً فقيمة د D على ١٠٠°م للأنواع الأقل مقاومة مثل *Bacillus cereus* هى ٥ دقائق وتصل إلى ٥٠ دقيقة للأنواع من *Clostridium batulinum* وحتى ٥٠ ساعة للـ *Bacillus stearothermophilus* وعلى درجات حرارة ١٢٠°م فإن قيمة د D تنزل إلى ١٢٠ ثانية لبعض أنواع *C. botulinum* ولعدة دقائق (٤ – ٥) لـ *B. stearothermophilus* (الجدول ١).

جدول (١): زمن الخفض لعشرى لجراثيم البكتيريا على ١٢١°م فى منتجات غير حمضية.

Bacterial sp.	د (دقيقة)
Bacillus stearothermophilus	٣ – ١٠
Clostridium botulinum	٠,٢
Clostridium sporogenes	٠,٨
Bacillus cereus	٠,٠٢

والخفض فى قيمة د D أسي exponential مع زيادة درجة الحرارة والزمن. ومعامل درجة الحرارة ى Z يقابل إرتفاع درجة الحرارة درجات مئوية اللازم لنقص قيمة د D عشر مرات. ولـ *Staphylococcus aureus* قيمة د D فى البخار هى دقيقة واحدة وقيمة ى Z هى ١٠°م لذا للحصول على ٩٠٪ تثبيط على ٧٠°م يحتاج الأمر إلى تعريض لمدة ٠,١ دقيقة.

وعامل التثبيط هو نسبة عدد الكائنات الدقيقة التى توجد عند بداية وعند نهاية المعاملة وبالتالى

فهو يبين درجة النقصان فى مجموعة الكائنات الحية. بينما درجة التعقيم تعطى بنسبة بين عامل التثبيط ومتوسط عدد الكائنات الدقيقة الموجودة فى منتجات معرضة للتعقيم وبين إحتمال تحديد شىء غير معقم فى دفعة معقمة. والأهمية الكبرى لعدد الكائنات الدقيقة فى المنتجات التى ستعامل يمكن أن يرى بسهولة فللمعاملات التى لها عوامل تثبيط متساوية فإحتمال وجود ماهو غير معقم يتوقف على متوسط عدد الكائنات الدقيقة الأصلى.

التعقيم بالحرارة sterilization by heat

هدم الكائنات الدقيقة بالحرارة يحدث أساساً بمسخ البروتينات وخاصة بهدم الإنزيمات التى تنظم أيض الخلايا. ودرجات الحرارة الأعلا من درجات حرارة التكاثر تستطيع أن تهدم الكائنات الدقيقة بسرعة.

ويمكن إستخدام كلاً من الحرارة الجافة والمبتلة فى المعاملة الحرارية. وترجع المقاومة المختلفة للكائنات الدقيقة وجراثيمها للحرارة المبتلة والجافة إلى التوصيل الأعلا للماء والبخار مقارنـاً بتوصيل الهواء الجاف. وفوق ذلك بالتكثف على السطوح فالبخار يعطى حرارته الكامنة للتبخير وهذه تساوى ٥٤٠ كالورى/جم. كما أن البخار له قدرة أكبر على النفاذية/الإختراق.

وللتعقيم الحرارى الجاف فدرجة حرارة تساوى تقريباً ١٦٠°م مطلوبة للتطبيق على ١٢٠ دقيقة و ١٧٠°م لمدة ٦٩ دقيقة ولهذه القيم زمن إختراق الحرارة heat penetration time يجب أن يضاف، وهذا يتوقف على طبيعة وحجم المادة وأيضاً على وقت أمان والذى يمكن حسابه وهو تقريباً نصف وقت التعريض.

وحد خطير للتعقيم بالهواء الجاف هو نقص الإنتشار فى داخل المادة وحولها وبالطبيعة الساكنة للعملية وهذا العيب الأخير يمكن أن يتغلب عليه بإستخدام أجهزة تزيد من تدوير circulation الهواء وبذا يزيد إنتقال الحرارة بالحمل المدفوع forced convection.

والتعقيم المبتل/الرطب يتطلب إستخدام بخار تحت ضغط وهذه العملية تضمن أحسن النتائج لأن البخار تحت ضغط يستطيع هدم معظم الجراثيم المقاومة للحرارة فى وقت قصير نظراً لمقدرته على إطلاق كميات كبيرة من الحرارة من خلال التكثف ولمقدرته الكبرى على الإختراق. وزمن التطبيق ودرجات الحرارة التى يجب الوصول إليها تتوقف على عدة عوامل منها سلامة الجرثومة والخواص الفيزيقية للمادة الغذائية وعدد الكائنات الدقيقة الملوثة ودرجة الحرارة الأصلية و جيد المادة الغذائية وأبعاد الوعاء.

والدهون والسكريات والمواد العضوية على وجه العموم تميل إلى تأخير فعل الحرارة من خلال خفض التوصيل الحرارى. كما أن المقاومة الحرارية للكائنات الدقيقة تنقص مع زيادة الحموضة. والمعاملة الحرارية التى تعطى لمنتج معين تتوقف على الغرض المطلوب؛ فالأغذية التى لها قيم جيد <٤,٥ تعتبر درجات حرارة حوالى ١٠٠°م كافية لأن الكائنات الدقيقة المسئولة عن الفساد يسهل هدمها. وفى هذه الحالة فشدة المعاملة الحرارية تكون أقل مايمكن طلبه لضمان

تثبيط الإنزيمات الهادمة ونقص فلورا الكائنات الدقيقة ولكنها لن تحقق التعقيم الكامل. ولأغذية لها قيم >٤,٥ والتي تسمح بتكاثر *Clostridium botulinum* فالمعاملة تتطلب درجة حرارة مرتفعة ١٢١°م لمدة ١٥ - ٢٠ق. وفي هذه الحالة الأمان الكامل للمنتج هو في غاية الأهمية وعلى ذلك فالمعاملة الحرارية يجب أن تستطيع ضمان تثبيط الكائنات الحية الممرضة والجراثيم.

ويصدر معهد أبيرت Appert Institute بفرنسا وجمعية المعلبين القومية National Canners Association في الولايات المتحدة جداولاً تبين إرتباطات بين الأزمنة ودرجات الحرارة للأغذية المختلفة في الأوعية ذات الأحجام المختلفة ومن المواد المختلفة.

وإذا كانت مستويات الكفاءة متساوية فمن المفضل إستخدام أزمنه أقصر على درجات حرارة أعلا لأنه بهذه الطريقة تعرض الخواص الغذائية والحسية للمنتجات إلى تغيرات أقل.

وأطوار عملية تحضير الأغذية المحفوظة أو المنتجات المحفوظة - دون أن يكون لها نهاية مدة معينة - في أوعية مقفلة قفلاً محكماً hermetically sealed تتكون من :

١- التحضير والمعاملة المبدئية (الفرز والغسيل والسلق).
٢- النقل إلى أوعية (زجاج أو معدن أو لدائن مقاومة للحرارة).
٣- التخلص من الهواء لمنع ظاهرة التآكل والتي ترتبط بوجود الأكسجين ولتقليل الضغط الداخلي أثناء عملية التعقيم.
٤- قفل الأوعية لمنع التلوث الثانوي.
٥- المعاملة الحرارية بعمليات مستمرة أو غير مستمرة التي تسمح لدرجات الحرارة المطلوبة أن تصل ويحتفظ بها للوقت اللازم عند مركز الوعاء بغرض هدم كل الكائنات الحية والجراثيم.
٦- التبريد السريع لمنع تكاثر البكتيريا المحبة للحرارة وتغيرات الخواص الحسية.
٧- التخزين والإختبار.

وقد تُنتِج عمليات التعقيم تغيرات في المنتجات المعاملة وقد يرجع ذلك إلى عدم المعاملة الحرارية الكافية أو للتلوث بعد التعقيم. ففي الحالة الأولى بقاء الكائنات الدقيقة المقاومة للحرارة قد يكون راجعاً لوجود الكائنات الدقيقة في المنتج أصلاً أو كميات زائدة من المضافات أو تطبيق خاطيء لجداول التعقيم أو تَوَقُّفْ العملية في أوقات مناسبة لبقاء الكائنات الدقيقة. والتلوث بعد التعقيم قد يكون ناتجاً عن قفل غير محكم للأوعية أو تكسيرها أو تشققها مع إستخدام ماء تبريد ملوث.

وفساد المنتج قد يكون ناتجاً عن حموضة بسيطة وعادة ينتج عن بكتيريا محبة للحرارة أو زيادة الحموضة مع إنتاج لغاز وعادة يتسبب عن بكتيريا محبة للحرارة المتوسطة. وقد يظهر في هذه الحالة الوعاء منتفخاً. وفي كل الحالات من المستحسن التخلص من المنتج الفاسد خاصة إذا كانت الأغذية ذات حموضة منخفضة أو متوسطة والذي قد يحتوي زعافات بوتشيلينية.

التعقيم بالإشعاع

أساساً يستخدم نوعان من الإشعاع: أشعة γ γ-rays وأشعة β β-rays. وأشعة γ هي إشعاعات كهرومغناطيسية ذات فوتونات لها طول موجة يتراوح مابين 10^{-11} و 10^{-8} سم وتتميز بتردد عالٍ ومقدرة على الإختراق كبيرة. وأهم مصدر لأشعة γ هو الكوبلت ٦٠ والذى يحصل عليه من كوبلت ٥٩ بعد قذفه بإشعاعات النيوترون neutron bomb-ardment فى غرف خاصة. والطاقة المطلقة من الفوتونات من كوبلت ٦٠ هى مساوية لـ ١,٣٣ – ١,٧٠ مليون اليكترون ڤلط MeV. أما أشعة β فتتكون من شعاع جزيئات β بالطاقة المناسبة وله طاقة مؤينة مساوية لـ ١٠ بليون اليكترون ڤلط. وإستخدام هذه الطريقة محدود للمعاملة السطحية لأن مقدرة الإختراق لجزيئات β هى نسبياً منخفضة.

وحدات القياس units of measurement

النشاط الإشاعى للمشابه المشع هى مقياس لمعدل الإنحلال الذرى disintegration للمشابه ووحدة القياس هى البكريل (بك Bq) والتى تعرف بأنها نشاط المشابه المشع الذى له معدل إنحلال ذرى قُدْرة إنحلاله إنحلالة واحدة كل ثانية. وهذه الوحدة حلت محل الوحدة المستخدمة فى الماضى (الكيورى ك ى Ci) والتى إتصلت بنشاط ١جم من الراديوم وهما متصلتان بالمعادلة

١ ك ى = ٣,٧ × ١٠^١٠ بك 1 Ci=3.7x10^{10} Bq

ووحدة القياس لإشعاعات β هى الاليكترون ڤلط أل ف ev والتى تعبر عن الطاقة لجسيم β المُسَرَعْ مضروباً فى فرق جهد قدره ١ ڤلط

١ أل ف = ١,٦ × ١٠^-٥ جول

1 eV = 1.6 x 10^{-5} J

وجرعة الإشعاعات المؤينة التى تختص بالغذاء تقاس بالجرايات (جر Gy) والذى يعادل إمتصاص طاقة تكافئ ١ جول لكل كيلو جرام من الغذاء المشع.

وتعقيم الأغذية بالإشعاع/التشعيع بطريقة بحيث أن عدد الكائنات الدقيقة ينقص بحيث لايمكن إستبيانه يعرف بإسم التعقيم الصناعى بالإشعاع radappertization. ويشعع الغذاء بجرعات تتراوح مابين ٢٠ ، ٥٠ ك جر KGy. وبعد التشعيع بإستخدام طرق حفظ مناسبة فإن الفساد بواسطة الكائنات الدقيقة أو زعافاتها يجب ألا يحدث.

و radicatization(قتل الكائنات الممرضة) عبارة عن قتل الكائنات الممرضة مع تحسين الجودة بالإشعاع بينما الـ radurization هى ضبط العدد الكلى للكائنات الدقيقة.

طريقة الفعل method of action

تأثير المعاملة بالإشعاع سواء أجرى بأشعة γ أو جسيمات β هى حث التأين فى المنتج وهذا ينتج شقوقاً حرة free radicals ومنتجات تحليل إشعاعى radiolysis والتى قد تؤثر جوهرياً على الخواص العضوية الحسية للمنتج الغذائى.

التأثير على الكائنات الحية

الإشعاعات المؤينة تعمل أولياً على الأحماض النووية فى الكائنات الدقيقة مما ينتج عنه تحويرات

كيماوية تؤدى إلى إعاقة تكرار دارن DNA ووقف تخليق البروتين وبذا تمنع تكاثر الكائنات الدقيقة ونموها.

وتختلف مقاومة الكائنات الدقيقة للإشعاع فالبكتريا المكونة للجراثيم هى أكثر الكائنات الحية مقاومة بينما من بين الأشكال الخضرية فإن البكتريا السالبة لجرام عادة تظهر مقاومة أقل إذا قورنت بالبكتريا الموجبة لجرام.

وبجانب نوع الكائنات الحية فهناك عوامل أخرى تساهم فى درجة المقاومة للإشعاع من بينها الحالة الفسيولوجية للكائن والذى يظهر تأثراً أكبر أثناء طور النمو الأسى exponential ومقاومة أكبر أثناء طور النمو الثابت. ومن العوامل التى تُزيد الحساسية للإشعاعات وبذا تُزيد التأثير المميت إرتفاع درجة الحرارة أو وجود الأكسجين أو الماء أو الملح. ووجود البروتينات وعديد السكريات يعطى حماية للكائنات الحية الدقيقة. وتأثيرات الإشعاعات تظهر أكثر عند جـ‍ يد المتعادل.

التأثيرات على الأغذية

جرعات الإشعاع المستخدمة مع الأغذية منخفضة نسبياً ولاتحدث إلا تغيرات طفيفة فى الخواص الوصفية للغذاء. والدهون خاصة غير المشبعة هى أقل مقاومة للإشعاع وتعطى تفاعلات أكسدة وتغيرات غير مرغوبة فى المذاق. وقد تظهر بعض المذاقات والعبير نتيجة ظهور الألدهيدات والكيتونات المنتجة بزيادة البيروكسيدات والأيدرو-بيروكسيدات بعد الإشعاع.

وبالنسبة للفيتامينات فهى تقارن بما يحدث مع التعقيم بالحرارة ولكن فيتامين ك يهدم تماماً.
(Macrae)

❖ أنواع المعقمات

• المعقمات الساكنة still retorts : المعاملة بالضغط فى بخار

المعقم الساكن (غير المقلب) هو معقم من نوع الدفعات غير مقلب رأسى أو أفقى يستخدم الضغط ويستعمل فى معاملة الأغذية المعبأة فى أوعية كتيمة/محكمة القفل hermetically sealed. وعادة ترص الأوعية أو توضع دون رص فى سلال أو عربات أو أسبتة أو صوان لتحميل والإخراج من المعقم. وهذه المعقمات لتتحمل الضغط تصنع من أطر غليان ٠,٢٥ بوصة أو أثخن وتشكل وتلحم معا. والأبواب والأغطية تصنع من حديد زهر أو أطر ثقيلة. وتستخدم عدة أقفال لضمان قفل الأبواب والغطاء وهذه مهمة لسلامة العمال ويجب أن تكون فى حالة عمل مُرْضٍ لمنع أى إنفجار للباب أو الغطاء أثناء العمل لأن الضغط داخل المعقم كبير فهو على ١٢٠°م (٢٥٠°ف) ١٥ رطل/البوصة المربعة وحوالى ١٠ طن تدفع باب أو غطاء المعقم.

• المعقمات الساكنة: المعاملة بفوق الضغط processing with over pressure

المصطلح فوق الضغط يشير إلى معقم يصله ضغط زيادة على ذلك الذى يبذله وسط التسخين عند درجة حرارة العملية. ففى معقم بخارى يكون الضغط عند ٢٥٠°ف هو ١٥ رطل على البوصة

المربعة فأى ضغط يصل المعقم أكثر من هذا الضغط يشار إليه بأنه "فوق ضغط over pressure" فمثلاً قد يعمل المعقم على ضغوط ٢٥ - ٣٥ رطل على البوصة المربعة مع درجة حرارة ٢٥٠°ف. وبعكس العمل فى المعقمات الساكنة التى تستخدم بخار نقى فإن المعقمات التى تستخدم الماء أو مخلوط البخار-هواء كوسط تسخين يمكن أن يدخل هواء أثناء دورة المعاملة.

وفوق الضغط أثناء المعاملة مطلوب للمحافظة على كيان الحاويات والتى نظراً لتركيب العبوات أو نوع الغلق لها مقاومة محدودة للضغط الداخلى. فالضغط الداخلى فى هذه الحاويات يكون أكبر من ضغط البخار النقى عند درجة حرارة المعاملة. ومن أمثلة الحاويات المعاملة بفوق الضغط حاويات اللدائن شبه الجاسئة semi-rigid التى لها أغطية ملحومة بالحرارة، والأكياس المرنة، والصوانى المعدنية، والبرطمانات الزجاجية.

• المعقمات الأيدروستاتية
hydrostatic retorts

المعاملة بالضغط فى البخار: المعقم الأيدروستاتى يعمل على درجة حرارة ثابتة وله ناقل حاويات مستمر والذى ينقل الحاويات خلال المعقم وعلى ذلك فهناك إنسياب دائم للحاويات.

وعادة المعقمات الأيدروستاتية تعمل بالبخار كوسط المعاملة مع أقل تقليب أثناء المعاملة. وإن كانت بعض المعقمات الأيدروستاتية تستخدم ماءاً ينزل كالشلال مع إستخدام فوق ضغط كوسط معاملة، ومعقمات أخرى يحدث بها تقليب للحاويات أثناء المعاملة.

والمعاملة الحرارية فى المعقمات الأيدروستاتية تحدث فى غرفة معاملة يحافظ فيها على درجة حرارة ثابتة مرتفعة. ومن الضرورى أن تكون غرفة المعاملة تحت ضغط للحصول على درجة حرارة أعلا من نقطة غليان الماء. وليس هناك أبواب أو صمامات تفصل مابين غرفة المعاملة عن الجو فالضغط داخل الغرفة يوازن بواسطة الضغط الأيدروستاتى للماء. ومن هنا أتت تسمية هذه المعقمات فناقل الحاويات يدخل ويخرج من غرفة المعاملة خلال أعمدة ماء تعطى الضغط الأيدروستاتى ليوازن الضغط فى غرفة المعاملة.

وكلما إرتفعت درجة حرارة المعقم كلما كان ضغط المعاملة فى الغرفة مرتفعاً. فمثلاً إرتفاع عمود الماء فى أرجل التغذية والخروج يجب أن يكون أكثر من ٣٧ قدماً أعلا من بيسطح البخار-الماء لإعطاء ١٥ رطل على البوصة المربعة فى غرفة المعاملة التى على درجة ١٢١°م (٢٥٠°ف). والمعقمات الأيدروستاتية محددة بأقصى درجة حرارة معاملة عن طريق أقصى إرتفاع فى أرجل المياه.

• المعقمات المقلبة **agitating retorts**

مناولة الحاويات المستمرة continuous container handling: المعقمات المقلبة agitating أو الدوارة rotary تعطى مناولة للحاويات مستمرة مع تقليب متقطع للمنتج. وهذا المعقم مبنى من على الأقل غلافين إسطوانيين (٥٨ بوصة فى القطر) حيث تجرى المعاملة والتبريد. وتصميم المعقم يتوقف على عدة عوامل من بينها ظروف المنتج ونوع الحاوية. وهذه الأغلفة يمكن

إستخدامها للمعاملة تحت ضغط فى البخار أو التسخين المبدئى فى البخار تحت الضغط الجوى أو التبريد مع أو بدون ضغط.

المعقمات المقلبة: مناولة الحاويات غير المستمرة: المعقمات من نوع الدفعة batch type (مناولة الحاويات غير المستمرة) مع تقليب المنتج مستمر تحت ضغط. وهذا المعقم قد يستخدم البخار أو الماء أو مخلوط بخار/هواء كوسط للتسخين.

• التعقيم الحار hot sterilization

وفيه يستخدم الهواء الساخن كوسط للتسخين حيث يكون الهواء ذو سرعة عالية جداً (حوالى ٦١٠م/ق) فتقل سماكة طبقة الهواء غير المضطرب المجاور لسطح العلبة. والهواء على درجة حرارة أعلا من ١٥٠°م يولد أيضاً فرق درجة حرارة كبير بين السطح ومحتويات العلبة. وتدار العلب محورياً خلاله لتولد حمل مدفوع forced convection فى محتويات العلبة وبذا يقل إحتمال الحرق أو فوق الطبخ. (Ramesh)

• التعقيم باللهب المباشر (أنظر)

أنظمة المعاملة والتعبئة المطهرة
aseptic processing and packaging systems

فى المعاملة مطهراً الأوعية ومنتجات الأغذية تعقم فى أنظمة مختلفة ثم تملأ العبوة المعقمة بالمنتج المعقم وتقفل وتلحم فى غرفة معقمة. ولأن المعاملة المطهرة هى عملية مستمرة فإن سلوك جزء من النظام يمكن أن يؤثر على الأداء الكلى للنظام جميعه. والزمن الذى يتعرض فيه الغذاء لدرجات حرارة أعلا من درجات الحرارة المحيطة تقاس بالثوان – وحتى ٦٠ ثانية – مقارناً بعشرين دقيقة بإستخدام التعبئة الساخنة والتبريد و٦٠ دقيقة أو أكثر إذا عقمت أغذية منخفضة الحموضة فى العبوة (أنظر: أنظمة الحفظ والتعبئة مطهراً)

• اللولب الأيدروستاتى hydrostatic helix

هذا معقم أيدروستاتى ولكن ليس له صمامات ميكانيكية أو أقفال locks وبذا يمكن أن يكون معقماً مستمر الحركة حقيقياً. والمضخة الحلزونية أو اللولب الأيدروستاتى يتكون من أنبوبة ملفية دوارة rotating coiled tube وفيها كل دورة من الملف تلقم عند الدخول جزئياً بالسائل وجزئياً بالهواء. والملف يدور حول محور أفقى. وفى عدم وجود ضغط عند المخرج فالملف الدائر يمرر السائل بمعدل يتناسب مع سرعة دورانه. ومع ضغط خلفى للخروج فالسائل فى كل دورة ملف يشكل سلسلة من الأرجل الأيدروستاتية المضافة. والرأس الأيدروستاتى المتكون دالة لعدد دورات اللولب وقطره. وعندما يدار الملف فالسائل يستطيع دخول الملف بإنسياب الجاذبية بنصف دورة فقط، وعند الدورة الأولى (وتعمل كمانومتر/كمضغاط) يكون فى وضع عمودى upright. وعندما يدور الملف خلال نصف الدورة التالية فإن الهواء فقط يمكنه الدخول لأن المضغاط يكون مقلوباً. والحجوم المتساوية من السائل والغاز تتبادل الدخول فى اللولب فى دائرة متكررة. والمضخة اللولبية تعمل

مع أعمدة عدة قصيرة من الغاز يعكس المعقمات الأيدروستاتية (التجارية) التى تستخدم أرجل قليلة طويلة غير مستمرة unbroken.

(Ramesh)

• معقم المنصات المستمر

continuous pallet sterilizer

معقم المنصات المستمر هو أساساً معقم رأسى مستمر خلاله تنتقل العلب على منصات ويتم تغذية وخروج المنصات دون فقد فى الضغط خلال أقفال تهوية. وكل حمولة منصة مملوءة غير معاملة تحمل بواسطة جريدة مسننة وترس rack & pinion إلى القفل. وبعد قفل باب الضغط الخارجى يُدْخَل البخار أولاً على الضغط الجوى لإزالة الهواء من المنصة والغرفة وبعد ذلك تحت ضغط ليوازن قفل المعقم.

وبعد دورة التهوية-التوازن فالمنصة تُحَرَك إلى الأمام حتى تصل إلى قاعدة المعقم. وتتقدم المنصات إلى أعلا على عجلاتها الأربع. والمنصات التى عوملت تخرج من قمة المعقم خلال قفل "الهبوط let-down". ويمكن معاملة الأكياس pouches، والحاويات الألومنيوم شبه الجاسئة والعينات المعدة للهيئات وبرطمانات الزجاج فى هذا المعقم. (Ramesh)

• طريقة وميض ١٨ flash 18 process

هذه العملية المصممة للأغذية الصلبة سميت كذلك لأنها تعمل على ضغط ١٨ رطل على البوصة المربعة psi (١٢٤ ك باسكال) والعملية تشمل تسخين سريع. ويحضر الغذاء خارج غرفة الضغط كما فى العادة ثم يضخ خلال مضخة ضغط عالٍ إلى حاقن بخار الذى يرفع درجة حرارة المنتج إلى ١٢٥ - ١٣٠°م ويحتفظ بها لمدة ٣٠ - ٩٠ ثانية. ويخرج الغذاء من حاقن البخار إلى مزيل للهواء deaerator فى الغرفة تحت الضغط حيث البخار المضاف والهواء يومضوا flashed off إلى الخارج. ويملأ الغذاء وهو على ١٢٨°م فى علب غير معقمة تحت بخار ينساب فيعقم الغذاء وحاوياته. وتبرد العلب تحت ضغط وتخرج خارج حجرة الضغط حيث يجرى لها التبريد النهائى.

وميزات هذه العملية التسخين المستمر بدون أن تتحطم جزيئاته الصلبة، واللون البراق والنكهة المحسنة والتلازج والقوام المعززين، ومنع النكهة المطبوخة من اللحوم المعلبة والخضر، وملء العلب مرة واحدة بدلاً من المواد الصلبة أولاً ثم السائل (المأج أو الصلصة) وعدم الحاجة لتعقيم العلب أولاً. ولكن لها عيوب: علو أسعار الأجهزة، والحاجة إلى أيجاد عمال يرغبون فى العمل تحت ظروف الضغط العالى والذين يجب أن يدخلوا ويخرجوا خلال اثقال ضغط وفك ضغط. ويحتاج الأمر إلى دفع رخصة لحق التشغيل.

(Ramesh)

• تعقيم الطبقة المسيلة

fluidized bed sterilization

معقم الطبقة المسيلة هو معقم فيه قُرَيصَات رمل أو خزف ceramic تنقل الحرارة. والوسط يحتفظ به ساخناً وسائلاً بلهب من تحت مع تيار هواء. والجسيمات تعمل كسائل يغلى. وتمر العلب خلال الطبقة وتقابل مقاومة كما لو كانت الطبقة

سائلاً سميكاً ويلحقها بعض الإحتكاك من الجسيمات.

وله ميزات : أ- ضبط درجة الحرارة الجيد. ب- إختلاف درجة حرارة عالٍ يمكن ضبطه. ج -لايحتاج الأمر إلى غرفة ضغط. د- عملية مستمرة. هـ- يمكن تعقيم عدة أحجام من العلب في وقت واحد. و- أجهزة كبيرة. وعيوبه: أ- إحتمال حرق وتغير لون سطح العلبة. ب- قفل العلب يتضرر نتيجة للإحتكاك. ج- صغر حجم العلب. (Ramesh)

المعاملة الحرارية للأغذية

تعليب canning

التعليب مصطلح عام يستخدم فى وصف العملية التى يعبأ فيها الغذاء فى وعاء ويعرض لمعاملة حرارية بغرض مد حياته النافعة. وعملية حرارية مثلى تهلك البكتريا الممرضة وتقتل أو تضبط الكائنات المفسدة الموجودة ويكون لها أقل أثر على الخواص الغذائية والفيزيقية للغذاء. وعادة نفكر فى التعليب فى العلب الصلب أو الألومنيوم فالأسس تطبق على مختلف أوعية الأغذية مثل البرطمانات الزجاج أو أكياس اللدائن أو المبطنة بالرقائق أو الصوانى أو السلطانيات من لدائن شبه جاسئة وكذلك العلب المعادن من عدد من الأشكال بما يشمل الإسطوانية والبيضاوية والمستطيلة كما أن التعبئة مطهراً aseptic packaging (تعقيم الغذاء والوعاء قبل الملء والقفل) يتبع نفس الأسس.

الأساس basic concept

قدم نيكولا أبيرت Nicolas Appert أول طرق للمعاملة الحرارية للأغذية فى ١٨١٠م وطريقته للحفظ كان الغرض منها منع إستخدام كميات كبيرة من السكر أو الملح أو الخل كعوامل حفظ لأنها تغير من النكهة وجودة الغذاء. وطريقته تقدمت فى خلال السنين إلى إجراءات منعت فقداً كبيراً بسبب فساد الكائنات الدقيقة ولكنها أيضاً هدمت الكائنات الدقيقة التى تستطيع أن تسبب أمراضاً أو حتى الموت فى الإنسان.

ومدى المعاملة الحرارية يمتد من عملية بسترة لقتل الكائنات الدقيقة الممرضة وتطيل من عمر المنتج بالتخزين تحت جو مبرد إلى تعقيم بغرض إنتاج منتج له حياة لانهائية على درجة الحرارة المحيطة. ودرجة المعاملة الحرارية تتراوح مابين تحت ١٠٠°م إلى ١٥٠°م. وبينما أسس العملية الحرارية هى واحدة لهذه الأطراف فإن فكرة العملية هى تعقيم الأغذية المعروفة بالأغذية المعلبة منخفضة الحموضة غ.ع.خ.ح LACFs معبأة فى أوعية محكمة القفل/كتيمة hermetically sealed. والأغذية منخفضة الحموضة لها جيد أعلا من ٤,٦ ونشاط ماء ن م a_w أعلا من ٠,٨٥. وهذا الإرتباط يستطيع دعم نمو الـ *Clostridium botulinum* وهى بكتيريا تنتج زعافاً خارجياً وهو أحد الزعافات العصبية الشللية neuroparalytic المميتة المعروفة. والـ *C. botulinum* موجود فى كل مكان فهو يوجد فى تربة المزارع والغابات وفى المترسبات بالأنهار وفى البحيرات وفى مياه الشواطىء وفى القنوات الهضمية للسمك

والثدييات وفى خياشيم وأمعاء السرطان والأسماك الصدفية الأخرى. وقد وجد بالبحث على مدار السنين أن الـ *C. botulinum* لاينمو ولا يكون زعافاً toxin على جـيد أقل من ٤,٦. وعلى جـيد أعلا من ٤,٦ فإن *C. botulinum* يتزايد وينتج الزعاف فى وسط مناسب. وأمثلة للأغذية التى لها جـيد أقل من ٤,٦ وتحتاج إلى معاملة حرارية أقل فى الشدة (بسترة) الطماطم بينما الخضر واللحوم الطازجة وأغذية البحر لها جـيد أعلا من ٤,٦.

ونشاط الماء نم a_w هو مقياس لكمية الماء المتاحة فى الغذاء. ونم a_w الفواكه الطازجة والخضر واللحوم عادة أعلا من ٠,٨٥ بينما الفواكه المجففة والعسل الأبيض والسالامى بها محتوى مائى غير كاف لدعم نمو الكائنات الدقيقة الأكثر خطراً وبذا فهى لاتحتاج إلى تعقيم لإنتاج منتج ثابت على الرف.

• تثبيت المعاملة الحرارية

establishment of thermal process

تثبيت المعاملة الحرارية لتعقيم الأغذية المعلبة ينتج عن تزاوج ناجح لعلوم الكائنات الدقيقة مع العلوم الفيزيقية خاصة البكتيريا الحرارية thermobacteriology وإختبار نفاذية الحرارة heat penetration وتكراره وتثبيته.

البكتريا الحرارية thermobacteriology

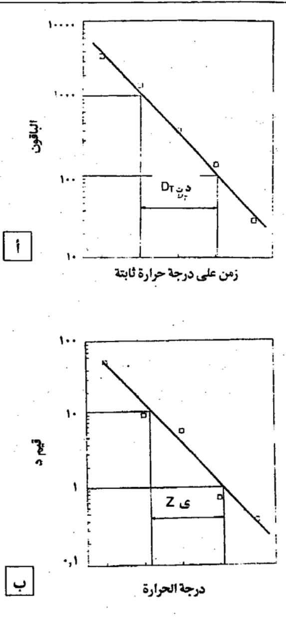
البكتريا الحرارية هى العلم الذى يدرس إحتمال ملوثات الكائنات الدقيقة فى الأغذية والعلاقة بين درجة الحرارة ومستويات الأزمنة المطلوبة لهدمها وتأثير الغذاء نفسه على معدلات الهدم.

وهناك ثلاثة معالم للكائنات الدقيقة لها علاقة بتثبيت العمل وهى: دن D_T ، ى Z ، ف F وهذه العوامل تُعَرِفُ المقاومة الحرارية للبكتيريا وتبين مدى تأثير أى عملية حرارية عليها وقيم دن D_T هى الزمن بالدقائق على درجة حرارة ثابتة (ت T) اللازم لتثبيط ٩٠٪ (خفض لوغاريتمى واحد) من الكائنات المستهدفة فى الغذاء. وهذه القيمة دن D_T تعرف بإسم "معدل الموت الثابت death rate constant" أو زمن الخفض العشرى decimal reduction time.

والمقاومة الحرارية أو إختبارات الهدم الحرارية خ.هـ.ح thermal destruction tests TDTs التى تقيس دن D_T تجرى بإستخدام عينات غذاء صغيرة ملقحة بمستويات معروفة من الكائنات الدقيقة. والعينات التى توجد فى علب خ.هـ.ح TDT أو أنابيب زجاجية مصممة خصيصاً تسخن فى غرف تستطيع تسخين العينة بسرعة إلى درجة حرارة محكمة precise وتحتفظ بها لمدة زمن محكمة وبسرعة تبريدها إلى درجة حرارة تحت الإماتة. والأنبطة devices اللازمة هى معقم خ.هـ.ح TDT retort ومقاوم حرارى thermoresistor.

وتوقيع البيانات للمقاومة الحرارية (أو الباقين) يجب أن يقارب خط مستقيم على ورق شبه لوغاريتمى (كما فى الصورة ١-أ) لقيمة دن D_T لكى يكون لها معنى. وكل منحنى خ.هـ.ح TDT هو وحيد لمحصول جرثومة الكائن الدقيق ووسط الغذاء ودرجة الحرارة المُعَرَضَة. وقيمة دن تشرح

التأثير على مجموعة الكائنات الدقيقة للتعرض إلى درجة حرارة ثابتة لمدة زمن محكمة precise بدون التأثر بالتسخين (زمن الإرتفاع come-up time) أو تأثير زمن التبريد.

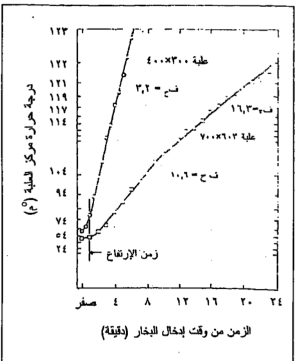


صورة (١): تمثيل قيم دت D_T و ى Z. (أ) قيمة زمن مطلوب على درجة حرارة لخفض الباقين ٩٠٪، (ب) قيمة ى Z : تغير فى درجة الحرارة والذى يؤثر على الهدم بعامل ١٠.

وقيمة د١٢١,١ $D_{121.1}$ لل *C. botulinum* تؤخذ عادة على أنها ٠,٢ دقيقة. وهذه مبنية على أساس دراسات المقاومة الحرارية التى عملت فى ١٩٢٠ على جراثيم محصلة من أكثر السلالات المقاومة للحرارة المعروفة. وهذه الدراسات بَيّنَتْ أن بالمد/الإستيفاء من منحنى البقاء الشبه لوغاريتمى فإنه كان ضرورياً أن يُسَخَنْ معلق الجراثيم فى منظم فوسفاتى لمدة ٢,٧٨ دقيقة على ١٢١,١°م لخفض المجموعة الباقية من ١٠^١١ جرثومة لكل وحدة إلى أقل من جرثومة واحدة لكل وحدة (خفض ١٢ لـو). وبعد ذلك أجْرِىَ تصحيح لزمن الإرتفاع come-up نتج عنه خفض فى زمن التسخين إلى ٢,٤٥ دقيقة لتحقيق التأثير المميت المماثل وبالتالى قيمة د١٢١,١ $D_{121.1}$ (٠,٢ دقيقة).

وبيانات الزمن-درجة الحرارة فى الصورة (٢) (أنظر حسابات العملية الحرارية أسفل) هى ممثلة للطريقة التى فيها علب الأغذية تُسَخَنْ وتبين أن الغذاء فى الوعاء لايسخن (أو يبرد) لحظياً. ولكى تكون أكفأ فى تصميم العملية الحرارية يجب أن تأخذ ميزة قتل الكائن الدقيق عند كل خطوة من العملية الحرارية. ومنحنى المقاومة الحرارية (الصورة ١-ب) هى الطريقة التى تجعل هذا ممكناً. فسلسلة من إختبارات خ.هـ.ح TDT تُجْرَى لتحديد تأثير درجات الحرارة المختلفة (قيم دت D_T) على المقاومة الحرارية للكائن. وبتوقيع قيم دت D_T المقاسة على تدريج لوغاريتمى ضد درجة الحرارة على تدريج مستقيم (الصورة ١-ب) نحصل على منحنى مقاومة حرارية. ومنحنى المقاومة الحرارية يربط الزمن لقتل لو واحد مع درجة حرارة القتل.

ومن هذا التوقيع يمكن الحصول على قيمة ى Z وهى الميل العكسى للمنحنى ويبين عدد درجات درجة الحرارة المطلوب للمنحنى ليمر فى حلقة لو واحدة. أى أن قيم ى Z تعين عدد درجات الحرارة المطلوب لتحقيق عشر مرات تغيير فى الزمن للوصول إلى نفس التأثير المميت. وقيمة ى Z أعلا تعنى أن تغيراً أكبر فى درجة حرارة العملية مطلوب لإحداث نفس التغير فى معدل هدم الكائن. فقيمة ى Z هى طريقة للتعبير كمياً عن معدل موت الكائن الدقيق بتأثير التغير فى درجة الحرارة أثناء المعاملة الحرارية.



صورة (٢): أمثلة على منحنى بسيط ومنحنى مركب لإختراق الحرارة. الإختبارات كانت لحجمين من العلب تحتويان عيش غراب فى مأج وتسخنان فى نفس الوقت فى معقم مستمر مقلب ستيريلاماتيك FMC sterilamatic continuous agitating retort وحجم العلب (الطريقة الأمريكية) ٦٠٣×٧٠٠ تعنى ٦ ٣/١٦ بوصة فى القطر وإرتفاع ٧ بوصة.

ومدى من قيم ى Z من ٧°م إلى ١٢°م تم قياسه على مدى من السنين لـ *C. botulinum* وهذه الإختلافات تعزى إلى نوع الجرثومة (السلالة) ونظام التسخين ومادة الإختبار وطريقة الحساب، وقد بُذِلَ جهد كبير لتقدير قيمة ى Z للأغذية المعلبة منخفضة الحموضة غ.ع.خ.ح LACF. وهناك إتفاق عام على أن إستخدام قيمة ى Z ١٠°م – والتى كانت مستخدمة خلال الـ ٣٠–٥٠ سنة الأخيرة – هى لازالت أحسن توصية لحساب عمليات التعقيم للأغذية المعلبة منخفضة الحموضة غ.ع.خ.ح LACF لكى تكون مأمونة من ناحية الصحة العامة.

الإماتة lethality

أوعية الأغذية لاتسخن لحظياً ولما كانت جميع درجات الحرارة (فوق حد معين) لها تأثير مميت وتساهم فى هدم الكائنات الدقيقة فإن آلية لتحديد التأثير النسبى لدرجة الحرارة ضرورة بينما الغذاء يسخن ويبرد أثناء المعاملة الحرارية. وقيمة ى Z هى المَعْلَم الذى يسمح لنا بحساب التأثير المميت لمختلف درجات الحرارة على هدم الكائنات الدقيقة. و معدل الإماتة م L يصف من خلال إستخدام قيمة ى Z التأثير النسبى لدرجة الحرارة على هدم الكائنات الدقيقة بالنسبة لتأثير درجة حرارة مرجع معين $ت_{مر}$ T_{REF}. و م L هى الزمن المكافىء بالدقائق على درجة حرارة مرجع لكل دقيقة على درجة حرارة ت T

$$م = ١٠^{(ت-ت_{مر})/ى} \qquad L = 10^{(T-T_{REF})/Z} \quad (1)$$

والجـدول (١) يعطـى معـدلات إماتـة علـى خمـس درجات حرارة لـ *C. botulinum* بفـرض درجـة حرارة مرجع ١٢١,١°م وقيمة ى Z ١٠°م والأوقات اللازمة على كـل درجة حرارة لخفض الجراثيـــم ١٢ لو.

جدول (١): معـدل الإماتة والزمن المطلوبين على درجات حـرارة مختارة لهـــدم *C. botulinum* (درجــة الحــرارة المرجــع ١٢١.١°م وقيمـــة ى Z ١٠°م).

درجة الحرارة ت (°م)	معدل الإماتة دقيقة على ١٢١،١°م/ق على ت	زمن (فـن) مطلوب لخفض الجراثيم ١٢ لو
١٠١,١	٠,٠١	٤ ساعات
١١١,١	٠,١	٢٤ دقيقة
١٢١,١	١	٢,٤ دقيقة
١٣١,١	١٠	١٥ ثانية
١٤١,١	١٠٠	١,٥ ثانية

فـن = دن × ص حيـث د١٢١,١ = ٠,٢ وص Y_n هـــى خفـض الجراثيم اللوغاريتمى (لوعصفر – لوعف $\log N_0 - \log N_F$) حيث عصفر N_0 ، عف N_F هى ١٠^٢ ، ١٠^٩ بالتتابع.

فـإذا كـانت مجموعـة *C. botulinum* الأصليـة والوعـاء (عصفر N_0) هـو ١٠^٢ ونرغـب فـى إحتمـال نهائى (عف N_F) هـو ١٠^-٩ لذا فخفـض ١٢–لـو فـى الجراثيم مطلـوب. والفرق فى كل درجة حـــرارة فـى الجـدول (١) هـو واحـد ى Z (١٠°م) والـذى يبين التغير فى التعرض أو درجة حـرارة المعاملـة بقيمة ى Z يحتاج إلى ١٠ مـرات تغير فـى زمـــن المعاملة.

قيمة التعقيم sterilization value

المَعْلَم الذى يجمع التأثيــر المميت كدالة للزمـن (ز t) أثنـاء العملية الحرارية هـو قيمــة التعقيـم ويُعَرَّف كـ

ف^ى_{ت مر} = ∫ (من صفر إلى ز) ١٠ ^{(ت−ت مر)÷ى} ء ز   (٢)

$$F^{Z}_{T_{REF}} = \int_{0}^{t} 10^{(T-T_{REF})/Z}\,dt$$

وفى ضوء معدل الإماتة م L (المعادلة ١)

ف^ى_{ت مر} = Σ م Δ ز $F^{Z}_{T_{REF}} = \Sigma L \Delta t$ (٣)

وعندمـا تُمَـيِّز درجـة الحـرارة (ت T) أبطـأ منطقـة تسخين فـى وعـاء الغـذاء وعندمـا تكـون درجـة الحرارة المرجع وقيمـة ى Z هـى ١٢١,١°م ، ١٠°م بالتتابع فإن قيمة التعقيم تعرف بإسم قيمة فـصفر F_0 للعملية الحرارية. وقيمة فـصفر F_0 هى خاصة بالغذاء والوعاء وظروف المعاملة ونظام المعاملة والعمليـة الحرارية (زمن المعاملة ودرجة الحرارة والعوامـل الفيزيقية الأخرى التى تؤثر على العملية). وقيمـة فـصفر F_0 هـى قيمة مكافئة للعملية بالدقـائق علـى ١٢١,١°م كما لو أنه لايوجـد وقـت للتسخين إلى ١٢١,١°م والتبريد إلى درجات حرارة غـير مميتـة. وقيمـة فـصفر F_0 ٣,٠ دقـائق (ى Z = ١٠°م) عــادة مقبولـة كشـىء واقعـى وهـى أقـل عمليـة حراريـة بوتشيلينية تنتج غ.ع.خ.ح LACFs (أغذية معلبـة منخفضـة الحموضة) مأمونـة مـن ناحيـــة الصحـة العامـــة.

التعقيم التجارى commercial sterility

التعقيم التجارى لغذاء معناه الظرف الذى تحقق بتطبيق الحرارة والذى جعل هذا الغذاء حراً من أى شكل من أشكال هذه الكائنات الدقيقة قابل للحياه وله أهمية صحة عامة وكذلك حراً من الكائنات الدقيقة والتى ليس لها أهمية صحية ولكنها قادرة على التكاثر فى الغذاء تحت ظروف عادية من عدم التبريد فى التخزين والتوزيع.

وعدة إعتبارات إضافية تؤخذ فى الإعتبار عند تصميم وحدات فـ$_{صفر}$ F_0 للتعقيم التجارى والتى يمكن أن تكون بقدر ٢٠ وحدة فـ$_{صفر}$ F_0 أعلا من أقل عملية حرارية لـ *C. botulinum* من وجهة نظر الصحة العامة. وهذه الإعتبارات تتضمن الآتى: مستوى البكتيريا الأصلى فى المنتج الغذائى والمعالم الفيزيقية للغذاء نفسه (النوع والتلازج وحجم الجسيم ونسبه السائل : الصلب ...الخ) ووعاء الغذاء ونظام المعاملة (ساكن أو أيدروستاتى أو تقليب مستمر أو معقمات....الخ) وظروف التخزين والتوزيع والمكونات الطبيعية أو المضافة التى تمنع الفساد والإقتصاد والخبرة العامة لمعَامِل الغذاء. وكمثال للأغذية التى ستوزع فى منطقة جغرافية ذات درجة حرارة مرتفعة قد يتطلب فـ$_{صفر}$ F_0 ١٥-٢٠ دقيقة لكى يتحمل حماية فقد إقتصادى ناتج عن الفساد فى حين أن فـ$_{صفر}$ F_0 ٥-٧ دقيقة تعطى لمنتجات تُسَوَّقْ فى منطقة درجات حرارة متوسطة. و فـ$_{صفر}$ F_0 ٨ - ١٢ق يوصى بها لمنتجات مسخنة مع التقليب.

وبالنسبة للمستوى البكتيرى الأصلى فى الغذاء فمن المهم ملاحظة أن نفس المعاملة الحرارية (فـ$_{صفر}$ F_0) لاتضمن نفس الدرجة من المعاملة. وقيمة فـ$_{صفر}$ F_0 هى مقياس لظروف المعاملة اللازمة للتأثير على مستوى جراثيم *C. botulinum* بواسطة عدد إنخفاضات لوغاريتمية مثل قيم ١٢ د$_{١٢١,١٥}$. وكلما كان تركيز الجراثيم الأصلى أعلا كلما كان تركيز الجراثيم بعد المعاملة أعلا إذا إستعملت المعاملة التى تعطى نفس قيمة فـ$_{صفر}$ F_0.

وهناك خطر فى التعبير عن إحتياجات العملية بـ ١٢ د D فى أن خفض (جراثيم -لو) هو المنصوص عليه فقط. وخفض جراثيم -لو١٢ يعطى إحتمال جراثيم تبقى ١٠$^{-٩}$ (جرثومة واحدة فى كل ١٠^{٩} وعاء) فقط عندما يكون التلوث بالجرثومة الأصلى هو ١٠^{٣}. ولإعطاء كل مستهلكى الأغذية المعلبة حماية متساوية بغض النظر عن الأعداد الأصلية لجراثيم *C. botulinum* فإن المعاملة الحرارية بقيمة فـ$_{صفر}$ F_0 يجب أن تُرْضِى قيمة نهاية ثابتة متفق عليها لإحتمال بقاء جرثومة.

إختبار إختراق الحرارة

heat penetration testing

الغرض من إختراق الحرارة (خ.ح HP) هو تحديد بدقة درجة الحرارة فى منطقة التسخين الأبطأ فى وعاء الغذاء أثناء المعاملة الحرارية. ونتائج إختبار خ.ح HP هى علاقات محددة تجريبياً للزمن-درجة الحرارة تصف التسخين والتبريد فى المنتج. وهذه المعلومات تؤخذ من إختبارات تقلد duplicate المعاملة التجارية بدرجة كبيرة من العِوَل/الموثوقية releability. وبيانات خ.ح HP تجمع عَادة من المعمل نظراً لتعقد نقل الحرارة

خلال المنتجات فى أوعية، خاصة المنتجات التى تسخن بالحمل الطبيعى أو المدفوع، والتفاعل مع نظام المعاملة. وإختبار خ.ح HP يعطى تاريخ درجة الحرارة للمنتج أثناء المعاملة والذى عندما يربط مع معلومات المقاومة الحرارية للكائن (قيمة ف صفر F_0) يسمح لنا بحساب طول زمن المعاملة الحرارية على درجة حرارة معقم معينة.

والعوامل التى تؤثر على نتائج خ.ح HP عديدة وتميل إلى أن تكون معقدة مثل المنتج الغذائى والوعاء وبأنظمة المعاملة (معقمات) تصبح أكثر تعقيداً. والعوامل الآتية يجب أن يراعيها تقنيو خ.ح HP أثناء القيام بإختبار خ.ح HP لأن كثيراً منها يؤثر على درجات حرارة التسخين والتبريد: ١-درجة حرارة المعاملة (المعقم). ٢- زمن المعاملة. ٣- درجة الحرارة الأصلية وتوزيع درجة الحرارة داخل الوعاء. ٤- حجم وشكل الوعاء. ٥- توجيه وتوزيع الوعاء داخل المعقم. ٦- تقليب الأوعية أثناء المعاملة*. ٧- ملء الوعاء والحيز العلوى* head space. ٨- تكوين المنتج وطرق التحضير*. ٩- نسبة المواد الصلبة للسائل*. ١٠- حجم وشكل وترتيب وتكوين جسيمات الغذاء. ١١- تلازج المنتج*. ١٢- وزن المنتج بعد التصفية بعد المعاملة. ١٣- نوع الوعاء (لدائن أو معدن؛ جاسىء؛ شبه جاسىء أو مرن. ١٤-الهواء أو الفراغ الذى يبقى فى الوعاء. ١٥- توزيع درجة الحرارة (التجانس uniformity) فى وعاء المعاملة الكبير. ١٦- ظروف المعاملة (وقت الإرتفاع وترتيب الأحداث ووظيفة المراقبة ودوران العجلة*). ١٧- موضع ونوع حسّاس درجة الحرارة فى الوعاء. ١٨- مقدرة المعقم المختبر لتكرار الظروف التجارية*.

*: لها أهمية خاصة عند المعاملة بالتقليب.

وكل معاملة حرارية يكون لها عوامل حرجة فى تصميم ف صفر F_0. فمثلاً العوامل الحرجة فى أنظمة المعقمات المصممة لتقليب محتويات الأوعية أثناء المعاملة لزيادة معدل إختراق الحرارة أثناء المعاملة تختلف عن تلك الخاصة بالمعقمات الساكنة لنفس المنتج. وإنها مسؤلية الشخص الذى يُثبت معاملة حرارية أن يفهم كل العوامل التى قد تؤثر على طريقة تسخين وتبريد المنتج. وقد لوحظ تكراراً أن إختبارات خ.ح HP يجب أن تستمر حتى تصبح كل المعالم مفهومة تماماً. وفقط عوامل خ.ح HP الدقيقة والتى يمكن تطبيقها لها معنى فى تثبيت العملية الحرارية.

وتاريخياً إستخدم المزدوج الحرارى (ز.ح TC) thermocouple لقياس خ.ح HP مع مقياس جهد potentiometer مسجل. وعادة مَقَابِس receptacles ز.ح TC من نوع غير بارز متصل بالوعاء وتوصل بسلك (صلب) لمقياس الجهد. و ز.ح TC يوضع لقياس درجة الحرارة عند المنطقة الأقل تسخيناً فى الوعاء وهذه تقدر مقدماً بإختبارات مُسَاعِدَة. وحيث أن غرض إختبار خ.ح HP هو الحصول على بيانات زمن-درجة حرارة دقيقة فالعناية يجب أن تجرى فى إختيار وإستخدام ز.ح TC. وللمنتجات التى لها حمل طبيعى أو مُحَثْ مثل حبوب الذرة الكاملة فى مأج فإن ز.ح TC ذا قطر صغير يستخدم من أجل تجنب التدخل

مع حركة المنتج. أما فى أغذية التسخين بالتوصيل والتى تبقى من غير حركة أثناء المعاملة مثل اليخنى viscous stew اللزج فإن مادة ز.ح TC تختار لكى يكون لها خواص حرارية مماثلة للغذاء من أجل تجنب توصيل حرارة من وإلى وصلة ز.ح TC. وإذا كان ز.ح TC و/أو الوعاء غير موصلين بالأرض جيداً خاصة فى العمليات المائية فإن الفلط الشارد stray voltage قد يسبب أخطاء كبيرة فى درجة الحرارة.

وفى السنين الأخيرة فإن نبيطات تقدير درجة الحرارة قد مُدِنَّتْ ليدخل فيها نبيطات مقاومة درجة الحرارة (ن.ق.د.ح resistance (PTDs temperature devices والقياس عن بعد صغير miniature telemetry أو أنظمة تسجيل. وهذه الأنظمة سمحت بإختبار خ.ح HP فى أنظمة لم تكن تسمح بذلك سابقاً حيث أنها أزالت متطلب أن ترتبط سلكياً للوعاء.

ودقة آلة القياس هى فى غاية الأهمية ففرق ٠,٥°م فى درجة الحرارة ينتج عنه فرق ١٠٪ فى فـصفر F_0. وفى الأغذية المعاملة بأقل مايمكن من الحرارة هذا قد ينتج عنه تحت معاملة وبقاء عدد من الكائنات الدقيقة المرضية أوالمفسدة.

حسابات المعاملة الحرارية
thermal process calculation

طرق حساب قيمة التعقيم فـصفر F_0 من بيانات إختراق الحرارة خ.ح HP وإختبارات الهدم الحرارية خ.هـ.ح TDT إما أن تقسم إلى عامة general أو الصيغة formula والطريقتان متشابهتان فى الأسس ولكن السبل تختلف.

فالطريقة العامة هى أساساً طريقة تصويرية أو طريقة تكاملية عددية للمعادلة (٢) بإستخدام بيانات الزمن-درجة الحرارة المتحصل عليها أثناء إختبار خ.ح HP. وهى أدق وأبسط الطرق لتحديد فـصفر F_0 من المعاملة الحرارية. وعيب هذه الطريقة أنها لاتسمح أو تسمح بقليل من: ١- تغيير زمن المعاملة أو معالم التسخين أو درجة الحرارة الأصلية للمنتج والتنبؤ بتأثيرها على فـصفر F_0 أو ٢- إستخدام فـصفر F_0 كمدخل للتنبؤ بزمن العملية. ومثال لحساب فـصفر F_0 بإستخدام الطريقة العامة معطى فى الجدول (٢) وفى هذا المثال المعادلة (٣) أوجد التكامل عددياً بإستخدام بيانات زمن-درجة حرارة على فترات من دقيقتين من إختبار خ.ح. و فـصفر F_0 الناتجة لأطوار التسخين والتبريد معاً هى ٩,٨ دقيقة على ١٢١,١°م. وفى هذه الطريقة زيادة الدقة يمكن أن تتحقق بإنقاص فترة الزمن فى إختبار خ.ح HP.

وطرق الصيغة المختلفة هى أغلبها تفاعلات وتحسينات على طريقة الصيغة التى إقترحها بول C.O.Ball سنة ١٩٢٣ وبيانات خ.ح HP توقع أولاً على ورق شبه لوغاريتمى كمنحنيات بسيطة أو مكسورة كما فى الصورة (٢). وشكل منحنيات التسخين الخاصة بكلٍ respective تعرف بمصطلحات المعالم المعروفة بعوامل إختراق الحرارة خ.ح HP: عامل تأخر التسخين ظ J heating lag factor ومَعْلَم إستجابة درجة الحرارة temperature response parameter وهى دالة لميل منحنى التسخين فـح f_h والميل الثانى ونقطه الكسر/التغير

break point (ف٢ و سب ع F2 and Xbh) عندما يكون لمنحنى التسخين تغير فى الميل ويمكن أن يمثل بخطين مستقيمين.

وعادة منحنى التسخين البسيط (الأحادى، خط مستقيم) يحدث لمنتجات الأغذية التى تسخن بالتوصيل أو بالحمل المدفوع المُحَثْ بالتقليب الميكانيكى للوعاء. أما منحنيات التسخين المكسورة/المتغيرة فعادة تحدث لمنتجات تسخن بالحمل الطبيعى فى معقمات ساكنة ولمنتجات يحدث لها تغير فى خواصها الفيزيقية الحرارية أثناء المعاملة (مثل زيادة سريعة فى اللزوجة بزيادة درجة الحرارة).

جدول (٢): مثال لحساب قيمة التعقيم بالطريقة العامة (درجة الحرارة المرجع ١٢١,١°م و ى Z ١٠°م).

الزمن [أ] ز (دقيقة)	درجة الحرارة [أ] ت (°م)	معدل الإماتة م (معادلة ١)	الإماتة م × Δز	الإماتة المتجمعة فـصفر (معادلة ٣)
صفر [ب]	٥٨,٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠
٢	٨١,٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠
٤	٩٦,٠	٠,٠٠	٠,٠١	٠,٠١
٦	١٠٤,٠	٠,٠٢	٠,٠٤	٠,٠٥
٨	١٠٩,٠	٠,٠٦	٠,١٢	٠,١٧
١٠	١١٤,٠	٠,١٩	٠,٣٩	٠,٥٦
١٢	١١٦,٠	٠,٣١	٠,٦٢	١,١٨
١٤	١١٨,٥	٠,٥٥	١,١٠	٢,٢٨
١٦	١١٩,٨	٠,٧٤	١,٤٨	٣,٧٦
١٨	١٢٠,٧	٠,٩١	١,٨٢	٥,٥٨
٢٠	١٢١,٦	١,١٢	٢.٢٤	٧,٨٣
٢٢ [ج]	١٢٠,٧	٠,٧٩	١,٥٩	٩,٤٢
٢٤	١١٤,٠	٠,١٩	٠,٣٩	٩,٨١
٢٦	١٠٠,٠	٠,٠١	٠,٠٢	٩,٨٢
٢٨	٧٩,٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٩,٨٢
٣٠	٦٠,٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٩,٨٠

أ: أثناء إختبار إختراق الحرارة.

ب: إبتداء التسخين.

ج: إبتداء التبريد.

وفى طريقة الصيغة فعدد من التعبيرات الرياضية تصف درجة حرارة الغذاء بمصطلحات من عوامل خ.ح HP للتسخين والتبريد والأطوار الإنتقالية فى دورة المعاملة. وعندما تعوض الإعتبارات فى المعادلة (٢) فإن حلاً رياضياً مباشراً وقيم ف صفر F_0 تحسب إما بإستخدام طرق عددية تستخدم أجهزة حاسوبية سريعة جداً أو بطرق كتب طبخ تقليدية classical باستخدام بيانات مُجَدْوَلة. وتعدد إستعمالات طريقة الصيغة formula method يجعل من الإمكان تغيير زمن التسخين ودرجة حرارة المعاملة وتصميم ف صفر F_0 وحتى حجم العلبة بإستخدام بيانات خ.ح HP ولتحديد تأثير كل من هذه العوامل على العملية الحرارية والتى تؤثر على المنتج.

وقيم التعقيم المحسوبة من صيغة بول Ball الأصلية محافظة وكثير من البحاث إقترحوا تحويرات حَسَّنَتْ من الطريقة وأعطت قيم ف صفر F_0 أكثر قرباً للمحسوب من الطريقة العامة.

تثبيت العملية process validation

قيم ف صفر F_0 والتى تُنتج عن طريقة تثبيت المعاملة هى ببساطة قيم محسوبة أو تتنبأ بخفض الكائنات الدقيقة والذى يحدث عندما تستخدم المعاملة فى الإنتاج التجارى للأغذية المعلبة. والخطوة النهائية فى تثبيت المعاملة هى تثبيت أو تأكيد تصميم المعاملة لإعطاء تأكيد أن دراسات خ.ح HP تعكس بدقة الظروف التجارية.

وتثبيت المعاملة يُحَدَدُ عادة بإستخدام طرق كائنات دقيقة تشمل تلقيح جراثيم بكتيرية معايرة calibrated فى العلب قبل قفل الأوعية ومعاملتها. وبعد المعاملة تُحَضَّنْ العلب وتلاحظ عمليات الفساد بعد فترة معينة. ويمكن أيضاً أخذ عينات مطهراً aseptic sampling من كل عينة بعد المعاملة ووضع الغذاء فى وسط نمو مختار من أجل تحديد إذا كانت أى بكتيريا بقت على قيد الحياة أم لا بعد المعاملة. ومن المستحيل قياس مستوى التصميم للعمليات التعقيمية (حوالى ١٠^-٩^ جرثومة لـ *C. botulinum* أو ١٠^-٦^ للكائنات غير الممرضة) بإستخدام الكائن الذى تقصد المعاملة هدمه.

والبكتيريا المستخدمة فى التثبيت الحيوى لها مقاومة حرارية أعلا من *C. botulinum* وهى تكون جراثيم ومُعَفِنة محبة للحرارة المتوسطة أو محبة للحرارة. والكائن المستخدم عادة هو ب.أ ٣٦٧٩ PA 3679 وهو غير سام ولذا فهو مأمون الإستخدام فى مصانع الأغذية وليس خطراً على المشتغلين بالكائنات الدقيقة والذين يجرون إختبارات التثبيت.

والخبرة فى المعاملة التجارية تُبين أن قتل الكائنات الدقيقة والمقاسة بالطرق البيولوجية لايتفق دائماً مع قياس المعالم الفيزيقية (خ.ح HP وخ.هـ.ح TDT) وهذا هو السبب أن كل عملية يجب أن تثبت validated بيولوجياً. وإذا كانت جراثيم البكتريا قد عويرت بكفاية فإنها تعطى بياناً لقوة القتل الحقيقية للمعاملة الحرارية كما أوصلتها أجهزة المعاملة الحرارية. وتثبيت بيولوجى عام هو إجراء عبوة ملقحة وفيها ١٠٠٠٠ جرثومة مقاومة من ب.أ ٣٦٧٩ PA 3679 (د ١٢١,١ $D_{121.1}$) مابين

١,٠ و ١,٥ فى منظم فوسفات) تضاف الى كل وعاء من المنتج قبل المعاملة. وبعد المعاملة تُحَضَّن الأوعية الملقحة. ولكى تكون المعاملة مقبولة يجب أن تنتج أكثر من خفض ٥-لـو فـى ب.أ ٣٦٧٩ PA 3679. والإختبار يجب أن يجرى بتقنيه جيدة وضوابط مناسبة وإذا كانت إختبارات التثبيت validation tests لاتتفق مع تصميم العملية الفيزيقية فربما دَلَّ هذا على أن معالم المعاملة الحرجة لم تكن مفهومة جيداً وأن هناك إختلافات يجب أن تحل. (Macrae)

العلب وتصنيعها cans & their manufacture

صُنِعَت العلب أولاً من ثلاثة أجزاء ومن حديد مغطى بالقصدير فالجسم الذى يُكَون أحد القطع يثنى إلى أسطوانة ثم تلحم النهايتان. وهذه النهايات كانت تصنع من ألواح قصدير والنهايات ذات الشفة flanged edges تلحم على الجسم. وأحد النهايتين كان يعمل بخرم قدره ٢/١ بوصة لوضع المأج أو الهاموم وبعد الملء يغطى بغطاء صغير الذى يلحم على الحفرة وهذا الغطاء كان له خرم صغير يلحم بعد المعاملة الحرارية وبذا يسمح بخروج البخار وتقليل الضغط أثناء العملية. وهذه العلب كان لها ميزة على الأوانى الزجاجية أنها أخف وأسهل فى اللحم وأقل عرضة للكسر أثناء النقل والتخزين.

ثم فى منتصف القرن التاسع عشر أُخْتُرِعَت مكنة لعمل أجسام العلب ولحم النهايتين ثم عُرِفَت المعاملة تحت ضغط حوالى ١٨٧٠ بمعنى أن أزمنة التسخين والتبريد يمكن أن تختفى جوهرياً. ثم أُخْتُرِعَت طريقة القفل المزدوج للعلبة مع وجود تغطية للحواف بحاشية gasket وعلى أساس هذا صنعت "العلبة الصحية sanitary". وبعد ١٩٢٠ أصبحت الأغذية المعلبة جزءاً من الغذاء المعد للجميع. ثم نقصت سماكة لوح القصدير. ثم أتى التغيير الأساسى فى ١٩٧٠ مع إدخال كلاً من العلب ذات الأجزاء الثلاثة الملحومة وذات الجزئين (علبة مسحوبة مع نهاية مفكوكة) وإستخدام النهايات مع طرق سهلة الفتح.

المواد المستخدمة فى عمل العلب

كل من الصلب والألومنيوم يستخدم فى تصنيع الأوعية بإستخدام الصلب المقصدر. وأخيراً أُسْتُخْدِم الصلب الخالى من القصدير (ص.خ.ق tin-free steel (TFS فى تصنيع النهاية لأنه يتجنب إستخدام القصدير الغالى (الصورة ٣١). ويضاف اللك lacquer لحماية لوح القصدير لتطبيقات معينة ولكنه يستخدم مع ص.خ.ق TFS لتجنب بلى الآلة tool wear للمكونات والقفل المزدوج لأن تغطية الكروم/أكسيد كروم تكون كاشطة/حاكة جداً.

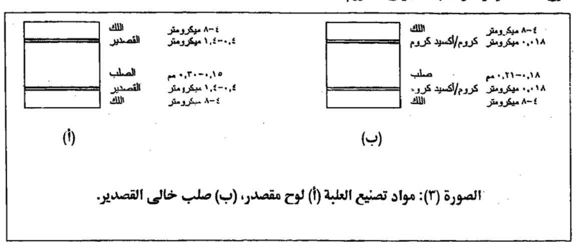
أساس الصلب the steel base

القاعدة الصلب التى تكون النسبة الكبرى من اللوح هى من صلب منخفض الكربون مصبوب بإستمرار ويلف على الساخن إلى شريط. ثم يخفض فى السماكة بعدد من عمليات الخفض البارد.

وتسخين أو تلدين annealing الصلب على حوالى ٦٠٠°م إما فى أفران مستمرة أو على دفعات

يحدث لإنتاج الصلابة/المرونة temper المطلوبة ويتبع ذلك خفض بارد لتحقيق نهاية السطح المطلوبة والسماكة والصلابة.

وإنهاء اللوح إما يجرى بالقصدرة الكهربية فى حالة اللوح المقصدر أو الترسيب الكهربى للكروم/أكسيد كروم فى حالة ص.خ.ق TFS. وبعد ذلك يعامل لوح القصدير بعملية الكرومات السلبية chromate passivation ثم يعطى طبقة من الزيت لكلا نوعى اللوح.



الصورة (٣): مواد تصنيع العلبة (أ) لوح مقصدر، (ب) صلب خالى القصدير.

ومتطلبات سماكة تغطية القصدير تتوقف على عدة عوامل: إذا كان السطح خارجياً أو داخلياً للعلبة وإذا كانت طبقة اللك lacquer ستستخدم ونوع المنتج وظروف المعاملة. وتختلف الطبقات من ٢,٨ – ١٥,١ جم/متر٢.

والخواص الميكانيكية وسماكة اللوح تتوقف على التطبيق: قطعتين أو ثلاث قطع أو نهايات. والألومنيوم لايستخدم فى علب الأغذية ذات الثلاث قطع ولكن يستخدم فى علب مسحوبة ضحلة أو مستديرة أو بيضاوية وكذلك فى النهايات سهلة الفتح.

بناء العلب ذات القطع الثلاث

the construction of three-piece cans

فى أوروبا أكثر طرق تصنيع العلب ذات القطع الثلاث هى اللحام بالمقاومة للقفل الجانبى واللحام "بالسبيكة" soldering لازال فى الإستخدام فى بعض التطبيقات ولكنه يختفى لأن العلب الملحومة welded لها ميزات تقنية جوهرية وهناك إستخدام محدود للقفل الجانبى المسمنت cemented خاصة فى اليابان.

تصنيع علبة ملحومة من ثلاث قطع

three-piece welded can manufacture

يستخدم لوح القصدير فى تصنيع أجسام العلب أساساً لأن اللحام له صعوبات مع المواد الأخرى. واللوح يصل فى صفوف من صفائح مستطيلة وقد تستخدم سادة plain أو معاملة باللك lacquered أو مطبوعة. وفى مبدأ خط الإنتاج فإن الصفائح تقطع إلى مستطيلات أصغر أو أجسام العلبة body blanks على مقطع الجَذ slitter الذى يجرى عملية القطع فى إتجاهين.

عمل الجسم the body maker

تنتقل أجسام العلبة إلى صانع الجسم الذى يقوم بعمل التشكيل واللحام. وهى تعمل بسرعة ١٥٠ - ٨٠٠ وعاء فى الدقيقة للعلب ذات القمة المفتوحة. وأول عملية هى ثنى flex ولف roll أجسام العلبة إلى شكل إسطوانى وتزيد الحروف عند القفل الجانبى (حيث اللحام weld سيتكون) بحوالى ٠,٥مم. وأثناء عملية اللحام فإن الأحرف المتراكبة overlapped فى الإسطوانة تضغط بين إسطوانتى لحام متضادتين أو أقطاب والتى تحمل سلك اللحام ويمر فى نفس الوقت تيار لحام ذو نبضات خلال التراكب overlap. وعمل الضغط ونبض التيار يلحم fuse الجانبين مع بعضهما ويضغط على التراكب overlap.

وذراع اللحام الداخلى يحتاج إلى أن يحمل ماء تبريد ويكون قوى robust بدرجة كافية لدعم إسطوانة اللحام. وتوصيل تيار اللحام وحمل إمداد الشريط الجانبى ومن أجل عمل ذلك فإن هناك حد لازم من ٤٥ مم وهو أقل قطر للعلب الملحومة بالمقاومة.

وفى أثناء عملية اللحام إذا كان اللحام سيحمى إما بشريط داخلى أو خارجى فإن غاز النتروجين يورد ليحيط باللحام ويمنع أى أكسيدات قصفة brittle من التكون على السطح.

وبعد اللحام فإن شريطاً جانبياً يوضح وهذا يعمل إما بالرش أو تغطية بالإسطوانات حيث توضع طبقة من اللك على الوصلة أو بتغطية بمسحوق أليكتروستاتى وكل هذه الطرق الثلاث يتبعها عملية معالجة بالحرارة heat-curing.

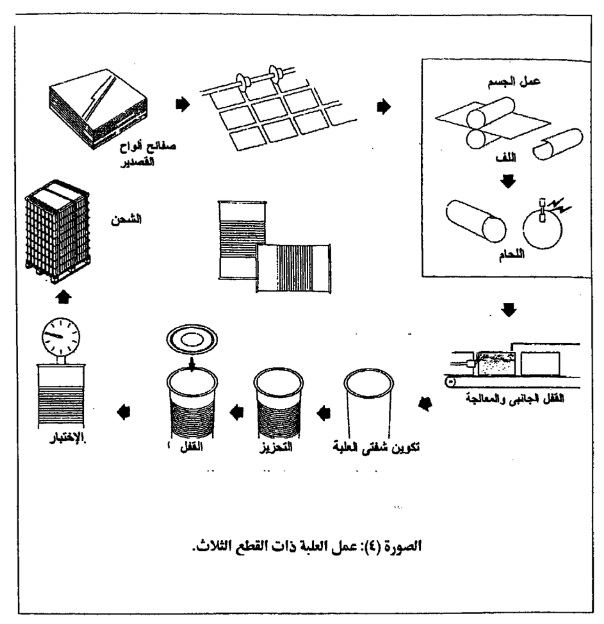
وبعد إنتاج إسطوانة الصلب فإن تشفير الأحرف (صنع الشفة) flanging يُجْرَى إما عن طريق قالب أو التشكيل بالرحو spinning. وهذا يسبب تكوين شفة مستديرة على نهاية العلبة بحيث يمكن القفل المزدوج للوعاء بعد ذلك. وفى بعض الأحيان فإن علب الأغذية تعنق/تخصر necked فى هذه المرحلة بحيث يمكن إستخدام نهايات ذات قطر أصغر وهذا يساعد فى صف نهاية فى الأخرى.

وللسماح بخفض مواد ألواح الجسم مع الإحتفاظ بقوى التطويق hoop strength أو شدة تكسية الألواح panelling strength فإن معظم العلب - فيما عدا القصيرة - جداً تحزز beaded. وهذه تجرى على محزز بعملية قالب. وأهم العوامل المتصلة بهذه العملية هى العمق والقطر وعدد الحزات المستخدمة. وبعد هذا الإسطوانة المشفاه flanged والمحززة تقفل مزدوجاً عند أحد نهايتيها.

وبعد القفل المزدوج تختبر العلبة تحت ضغط وتعبأ للشحن (الصورة ٤).

الإختيار بين العلب ذات القطعتين والقطع الثلاث

يتوقف الإختيار على عدد من العوامل مثل المُنْتَج الذى سيعبأ وكمية العلب التى ستنتج ومدى أحجام العلب وإتاحة وسعر المواد الخام. وبصفة عامة الخطوط الملحومة welded لها رأس مال أقل وإمكانات إستخدام مختلفة لأنها تستطيع أن تقابل تغيرات الحجم بسهولة.



الصورة (٤): عمل العلبة ذات القطع الثلاث.

تصميم وتصنيع نهايات العلب

أثناء معاملة الأغذية المعلبة فإن المحتويات تتمدد وتبذل ضغطاً على النهاية. والمادة المستخدمة وتصميم النهاية يجب أن تسمح بهذا حتى يمكن للنهاية أن تبقى بعد المعاملة الحرارية بدون إعوجاج. والعوامل الهامة هي:

١- مقاس وصلابة مرونة temper نهاية العلبة.

٢- سمات تصميم النهاية فمثلا التحزيزات وضغط الإنتفاخ bulge pressure وخاصية النخعة flip في النهاية (الإحتياج أن إلى تعود إلى الوضع الطبيعي المقعر البسيط بعد المعاملة).

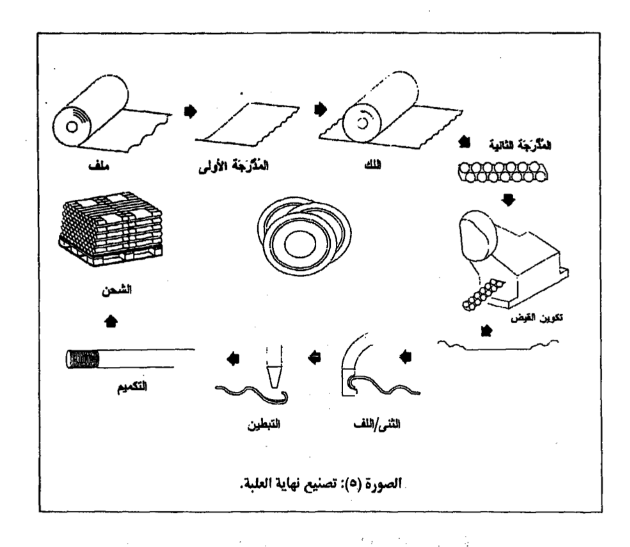
٣- متطلبات اللك lacquer مثل مقاومة المنتج والآلات.

٤- عوامل المعاملة مثل نوع المنتج ومستوى الحيز العلوى ومستوى الفراغ والغازات المحبوسة ودرجة حرارة المعاملة والضغط.

هذه العوامل بجانب القدرة على القفل المزدوج يجب مراعاتها فى تصميم نهايات العلبة.

تصنيع النهاية end manufacture

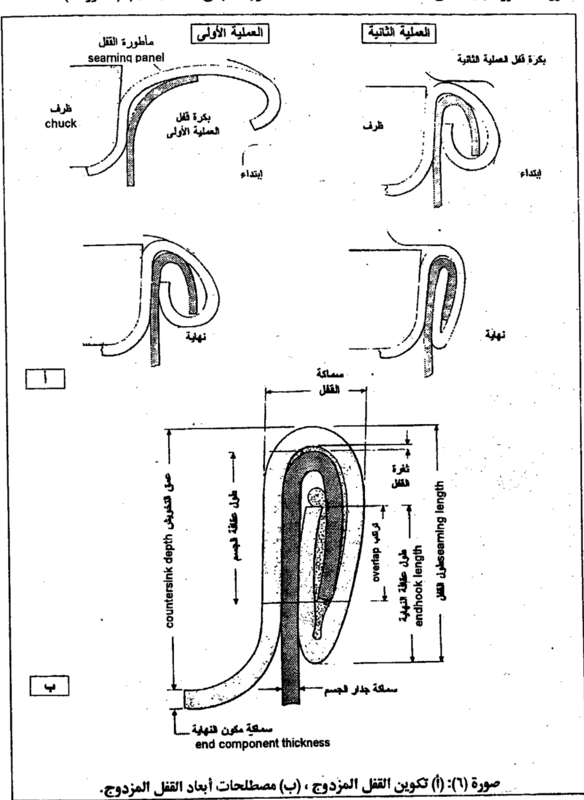
خطوات تصنيع النهاية تظهره الصورة (٥) والألواح عادة من ص.خ.ق TFS لعمل النهايات تأتى فى ملفات. وهذا يجعل عملية القطع على خط المُدْرَجَة scroll الأولى وهى تُقْطَع متدرجاً staggered لتقليل الفقد. وبعد ذلك تعامل باللك أو تطبع. ثم تُقْطَع فى شرائط فى المُدْرَجَة الثانية وقد يعامل بالشمع فى هذه الحالة كمشحم من أجل عمليات تكوين النهاية ثم تغذى الشرائط إلى مكبس والذى عادة يكبس عدداً من النهايات فى كل عملية. وأحرف النهاية تلف بعد ذلك بتدويرها بين قطبين مجعدين وهذا يلين الحرف مما يمكن من القفل المزدوج بعد ذلك. وبعد ذلك يوضع مركب قفل سائل وهو مخلوط من مطاط طبيعى وصناعى إما فى ماء أو مذيب وإذا أستخدم الماء فإن التجفيف فى فرن أو هواء ساخن ضرورى وتجمع النهايات فى عصيان sticks وتشحن.



الصورة (٥): تصنيع نهاية العلبة.

القفل المزدوج double seaming

يعرف القفل المزدوج بأنه تكوين قفل محكم/كتيم hermetic seal كثير بتوشيج interlocking حروف مأطورة نهاية القفل end seaming panel وشفة الجسم body flange. والقفل ينتج فى عمليتين ولذا يشار إليه بالقفل المزدوج. وهو يمنع دخول الكائنات الدقيقة إلى العلبة المعقمة فهى حرجة لنجاح عملية التعليب (الصورة ٦).



صورة (٦): (أ) تكوين القفل المزدوج ، (ب) مصطلحات أبعاد القفل المزدوج.

تكوين القفل المزدوج
double-seam formation

القفل يكون على مكن قفل أو مكن القفل المزدوج ونفس العملية تستخدم سواء طبقت النهاية الثابتة fixed عند صانع العلب أو النهاية المفكوكة loose عند مالىء العلبة. ومعظم القافلات المزدوجة تعمل عمليتى القفل مع إستخدام بكرتى القفل. وجسم العلبة والنهاية تقمط/تمسك clamped على ظرف قفل seaming chuck بواسطة حِمْل يُطَبَق رأسياً على لوح أساس base plate أو رافع القفل seamer lifter.

وأثناء العملية الأولى مأطورة نهاية القفل وشفة الجسم يلفان معاً إلى وضع واشجة interlock صحيح. والعملية الأولى تُحَدِد جودة أبعاد القفل وهى خطوة حرجة فى التشكيل. والعملية الثانية تنهى القفل بكَيه ironing وضغطه إلى الإحكام الصحيح tightness.

القافلات المزدوجة وعقد الهدف
double seamers & target setting

القافلات المزدوجة لها عدة تصميمات. فيمكن أن تكون أحادية أو متعددة الرؤوس مع ظروف chucks ثابتة أو مدارة ورافعات lifters وبسرعات قفل مختلفة (٢ - ٢٠٠٠ علبة/دقيقة). وفى مصنع ملء العلبة يمكن أن تُستَخْدَم لتهيئة الحيز العلوى headspace (المسافة مابين سطح المنتج ونهاية العلبة) بإستخدام إنسياب البخار أو فراغ بارد أو إدخال غاز تحت الغطاء ويتوقف ذلك على المُنْتَج الذى يتم تعبئته. وفى ضبط القفل المزدوج يجب أن يُعْقَدْ ويُضْبَطْ الآتى:

١- بروفيل إسطوانات العمليتين الأولى والثانية.
٢- ظرف ونوع البكرة والمواصفات.
٣- حمل القاعدة.
٤- إرتفاع الدبوس pin height (المسافة بين لوح الأساس والظرف).

وبعد تثبيت هذه الإنعقادات الأساسية فإن عملية القفل الأولى تُعْقَدْ من أجل هدف: سماكة القفل وعمق التخويش countersink depth. وبعد ذلك تعقد العملية الثانية لإنتاج أبعاد القفل النهائى الصحيحة وهذه العملية تعرف بإسم "عقد الهدف target setting" وهى حرجة للحصول على تكوين قفل مزدوج مرضى.

تقييم القفل المزدوج
double-seam evaluation

وهذه تشمل ثلاث طرق رئيسية: ١- الإختبار البصرى للعيوب الواضحة. ٢- التقطيع sectioning. ٣- التفكيك الكامل complete tear down.

وكثير من أهداف الأبعاد المأخوذة من إما التقطيع أو التفكيك الكامل يمكن أن تذكر مثل طول القفل وسماكة القفل وعقيفات الجسم body hooks وهذه الأبعاد تقاس فى حساب معالم القفل الحرجة critical seam parameters وهى الأبعاد أو السمات التى يجب أن يتطابق معها القفل المزدوج لكى يكون مرضياً:

١- تقدير الإحكام الصحيح correct tightness:
الإحكام المضغوط للقفل المزدوج النهائى مقاساً بتقدير التجاعيد الموجودة على عقيفة النهاية hook.

٢- التراكب overlap الحقيقى الصحيح للنهاية مع عقيفة الجسم.

٣- الدفن embedding الصحيح لعقيفة الجسم فى مركب البطانة عند قاع القفل الداخلى - نهاية عقيفة الجسم body hook butting.

٤- الخلو من العيوب النظرية الواضحة.

والقياسات عادة متوسط نتائج من موضعين عكسيين على قفل العلبة.

وأنواع بروفيل القفل المزدوج وأبعاده قد تختلف تبعاً لنوع الوعاء والمواد المستخدمة ونوع المُنْتَج (غذاء أو مشروب).

جدول (١) بعض أحجام العلب وسعتها.

الحجم		السعة (مل)
بوصة	مم أ	
–	٧١ × ٦٥	٢١٢
٣٠١ × ٢١١	٧٨ × ٦٥	٢٣٥
٤٠٠ × ٢١١	٢/١٠٠ × ٦٥	٣١٥
٢٠٧ × ٣٠٠	٦٢ × ٧٣	٢٣٠
–	٥٨ × ٧٣	٢١٢
٤٠٢ × ٣٠٠	١٠٥ × ٧٣	٤٠٠
–	١٠/١٠٩ × ٧٣	٤٢٥
٤٠٨ × ٣٠٠	١١٥ × ٧٣	٤٤٥
٤٠٨ × ٣٠٧	٥/١١٤ × ٨٣	٥٨٠
٤١١ × ٤٠١	١١٩ × ٩٩	٨٥٠
٧٠٠ × ٦٠٣	٢/١٥١ × ١٥٣	٣٨٠٠
٩٠٤ × ٦٠٣	٢٣٥ × ١٥٣	٤١٠٠

(Macrae)

أ: بعد الإرتفاع قد يختلف ويتوقف ذلك على النقطة التى يعمل منها المقياس وأقرب ملليمتر كامل.

الحديث فى تصميم العلبة
recent developments in can design

اللك الحالى للأوعية المعدنية وأغطيتها يعرف بإسم الراتنج الرئيسى أو مخلوطات الراتنجات أو بالتكوين الرئيسى ومن أمثلتها: الأوليوراتنج والفينايل والفينول والإيبوكسى والإيبوكسى الفينولية وعديد الإستر الفينولية والأورجانو زول على أساس مذيب أو ماء. وسواء كانت حامية أو للزينة فإنها تطبق كسوائل وطور المذيب عادة عضوى ولكن من الممكن أن يكون ماء ومعه مذيب عضوى لبعض التطبيقات. وهذه المواد إما تطبق قبل أو بعد تصنيع العلبة ويتوقف على طريقة التصنيع بواسطة مزلقة دوارة roller coaster أو بالرش.

تطبيق التغطية واللك والوضع فى الفرن
coating & lacquer application & stoving

طريقة تطبيق التغطية تختلف تبعاً لنوع بناء العلبة:

١- تغطية اللك بالإسطوانات على لوح القصدير يتم بسلسلة من الإسطوانات والتى تلتقط وتوزع اللك عبر إسطوانة تطبيق والتى بعد ذلك تغطى سطح واحد من المعدن الذى يمر خلال المكنة. وتصميم مشابه يمكن أن يستخدم فى طبع صفائح المعدن (الصورة ٧). والعلب ذات الثلاث قطع وبعض العلب ذات القطعتين ونهايات العلب تُلَك بهذه الطريقة.

٢- اللك المرشوش يُسْتَخْدَم للعلب ذات القطعتين المسحوبة والعلب ذات الجدار المكوى wall ironed cans فيجرى تطبيق طبقة

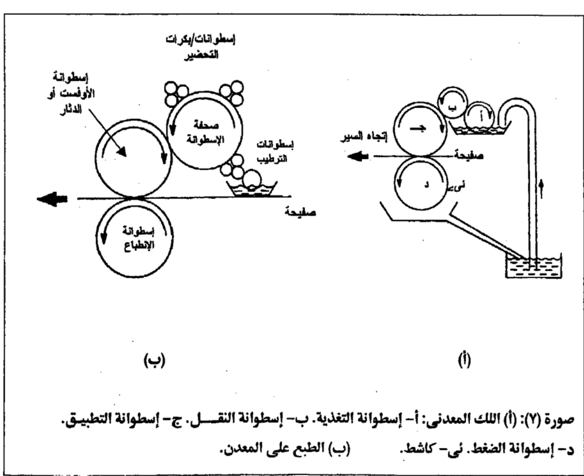
واحـدة أو طبقتـين مـن اللـك تحـت ظـروف مضبوطة لإنتاج تغطية مستمرة وثابتة مع أقصى تغطية للمعدن.

٣- وكبديل للـك السـائل فـإن التغطيـة السـطحية ، يمكـن أن تُجْرَى كمسـاحيق ثـم تصـهر علـى onto السطح. والعلب ذات القطعتين أو الثلاث قطع يمكن أن تغطى بهذه الطريقة، ولكن أكـثر إستخدام هـذه الطريقة هـو فـى حماية القفـل الجانبى فى علب ذات الثلاث قطع.

وبعد عمل اللك فمـن الضرورى الإدخـال إلى فـرن حيث يحدث التبلر الحـرارى heat polymerize (معالجـة cure) اللك ولتحقيق المقاومة الكيماويـة والفيزيقيـة لفلـم اللـك أو الورنيـش أو التغطيـة بالصبغات. ويتوقف علـى الراتـنج المسـتخدم فـإن هنـاك درجـة حـرارة حرجـة للمعالجـة عـادة فـى المناطق من ١٨٥ - ١٩٥°م لمعظم اللك.

ومعظم الأفران من النوع المستمر أو الناقل، وهى تتكـون مـن سلسـلة مـن أطُـر معدنيـة أو خوخـات wickets تركـب علـى سلسـلة، وصفـائح المعـدن المبطن تنقل من المغطيات إلى الخوخات ثم تنقل خلال غرفة التسـخين بسرعة مناسبة لإعطاء إرتباط زمن-درجة الحرارة المطلوب.

وأوقات الفرن هى تقريباً ١٠ دقـائق عند قمة درجة حرارة المعدن العالية المطلوبة من وقت كلى فى الفـرن قـدره ١٤ - ١٥ دقيقـة. ومعالجـة اللـك تتـم بضبط درجة حرارة الفرن وعمل مراقبة جـودة على اللـوح الملَـكَ لتقييـم الخـواص الكيماويـة والميكانيكية.



صورة (٧): (أ) اللك المعدنى: أ- إسطوانة التغذية. ب- إسطوانة النقـل. ج- إسطوانة التطبيق. د- إسطوانة الضغط. نى- كاشط. (ب) الطبع على المعدن.

التطورات الحديثة فى اللك والطبع
recent developments in lacquering & printing

كثير من التطورات كانت فى إنقاص بث المركب العضوى المتطاير (ر.ع.ط VOC volatile organic compound فاستُخدِم الماء كأساس لبعض أنظمة اللك بدلاً من المذيبات العضوية وكانت ناجحة فى تطبيقات رش العلب ذات الجزئين.

وكذلك إستخدمت المعالجة بالأشعة فوق البنفسجية (ش.ب UV) للورنيش الخالى من المذيب والأحبار. وميزة المعالجة بالأشعة فوق البنفسجية بجانب بث أقل لـ ر.ع.ط VOC هو زيادة سرعة الخطوط ووفر فى الطاقة والمساحة.

رقائق اللدائن على المعدن
plastic lamination of metal

كبديل اللك يستخدم رقائق لدائن plastic lamination للقاعدة المعدنية بواسطة فلم مبلمر سابق التكوين. وهذا يمكن أن يحقق بلصق البوليمر أو ربطه بالحرارة heat bonding إلى القاعدة. فيمكن تغطية سطحى الملف المعدنى سواء كان صلباً أو ألومنيوم وهى تستخدم للنهايات سهلة الفتح ومكونات العلب الرذاذة aerosol components وصوانى الأكل.

ويمكن عن طريق طريقة ريبروثيرم reprotherm للطبع متعدد الألوان بالطبع على ورق ثم نقله إلى سطح العلبة بواسطة عملية نقل حرارى. كما أن الألوان على ألواح القصدير تعمل الآن بواسطة الحاسوب بدلاً من عملها نظرياً.

العلب ذات القطعتين two-piece cans

يصنع الجسم والقاع بسحب قطعة واحدة من المعدن وعلى هذه تقفل نهاية منفصلة بعد الملء. ومزايا هذا النوع: تكاليف وحدة أقل وتقليل إستخدام المادة الخام فى التصنيع وتصميم أبسط (قفل أو وصلات أقل) والتمييز على الرف فى الأسواق. وتستخدم حيث هناك عدد كبير من أحجام العلب والمواصفات المطلوبة مثل علب المشروبات. وهناك طريقتان عامتان لإنتاج العلب ذات القطعتين: السحب المفرد والسحب متعدد الأطوار وهذه تشمل إسحب-أعد السحب (س.ع.س DRD draw-redraw، ومسحوبة ومكوية الجدار (س.ك.ج DWI drawn and ironed، والتى يشار إليها أحياناً بـ مسحوبة ومكوية (س و ك D & I drawn and ironed

السحب المفرد ومتعدد الأطوار
single & multi-stage drawing

يشتمل السحب على تشكيل اللوح المعدنى إلى كأس cup معطياً إنقاص فى قطر القرص الغفل عند سماكة معدن أساساً ثابتة. وممكن إستخدام هذه الطريقة فى العلب المستديرة والمستطيلة والبيضاوية. وإرتفاع العلب النسبى المنخفض يُمكِن من إنتاج جسم العلبة فى سحب واحد. وإذا أريد علبة أكثر عمقاً فمن الضرورى إستخدام أطوار عديدة فى السحب multi-stage drawing أو س.ع.س DRD. وهناك حدود لنسبة السحب لأجسام العلب المستديرة تبعاً للإرتفاع (ع H) والقطر (ق D):

السحب الواحد ع H/ق D ≥ ٠,٧:

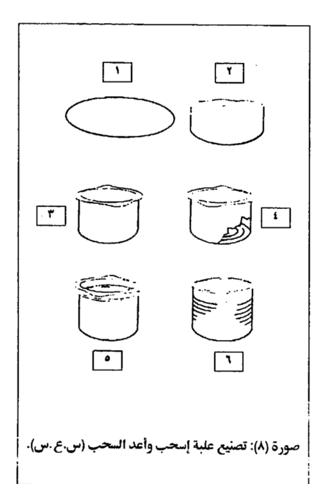
السحب وإعادة سحب واحدة ٠,٧ < ع H/ق D ≥ ١,٤:

السحب وإعادة سحب مرتين ١,٤ < ع H/ق D ≥ ١,٨.

السحب ذو الأطوار المتعددة

multi-stage drawing

الطور الأول فى هذه العملية هو نفس الطور لعملية السحب الواحد ويشمل قَطْع قِطَع مستديرة من صفيحة المعدن ثم يُسْحَب كأس cup من هذا القرص فى المكبس الأول (الصورة ٨: الخطوات ١، ٢) ثم تكون القاعدة والشفة والتحزيز (الصورة ٨: الخطوات ٤، ٥، ٦).



صورة (٨): تصنيع علبة إسحب وأعد السحب (س.ع.س).

اللك للأوعية المسحوبة

lacquers for drawn containers

العلب المسحوبة تصنع من ألواح ملككة lacquered ويجب العناية فى إختيار اللك لأنها يجب:

١- أن تعطى سطحاً مشحماً للمساعدة فى عملية السحب وهذا يتحقق بإدخال مشحمات أغذية فى اللك.

٢- أن تكون مرنة جداً بحيث لاتتضرر أثناء تشويه المعدن (تكوين العلب) ولاتفقد إلتصاقها بالقاعدة المعدنية.

٣- أن تكون متناسقة مع المنتجات التى ستعبأ وتمنع أى تفاعل كيماوى بين المنتج والوعاء.

العلب ذات الجدر المكوية والمسحوبة

drawn & wall-ironed cans

الكأس المكون من السحب الأول يوضع على سنبك punch وتدفع خلال سلسلة من قوالب الكى ironing dies أو الحلقات حيث الفجوة مابين السنبك punch والقالب أقل من سماكة المعدن. وهناك سلسلة من ٣ – ٤ قوالب ذات فجوات أصغر تدريجياً والتى تُنْقِص من سماكة جدار العلبة حتى ٧٥٪. والعلب يجب أن تُلَّك lacquered بعد تكوينها. وخطوات عمل العلبة هى: ١- قَطْع قِطَع دائرية. ٢- سحب الكأس cup. ٣- إعادة السحب. ٤- الكى متعدد الأطوار. ٥- تشذيب جسم العلبة. ٦- الغسيل. ٧- الحماية الخارجية. ٨- الحماية الداخلية. ٩- التحزيز وعمل الرقبة والشفة flanging. ١٠- الفحص البصرى لكل علبة للتأكد من سلامتها.

وعلب المشروبات عادة تزين بعد التصنيع بينما علب الأغذية عادة تروشم بالورق.

المقارنة بين العلب المسحوبة ومكوية الجدار (س.ك.ج drawn & wall ironed (DWI والعلب المسحوبة ومعادة السحب (س.ع.س draw-redraw (DRD

عند تحديد ما إذا كان سيستخدم علب س.ك.ج DWI أو علب س.ع.س DRD يجب التنبه للعوامل الآتية:

١- ميزة التكاليف في ترفيع الجدار في س.ك.ج DWI.

٢- قوة الجدار المطلوبة بواسطة مالىء العلبة وموزعها.

٣- إرتفاع العلبة (س.ك.ج DWI أحسن في العلب الطويلة و س.ع.س DRD أحسن في العلب القصيرة).

٤- للأوعية التي أساسها الصلب س.ك.ج DWI تتطلب إستخدام ألواح القصدير بينما س.ع.س DRd يمكنها إستخدام كلاً من ألواح القصدير وألواح الصلب خالي القصدير.

٥- تكاليف رأس المال في أجهزة س.ك.ج DWI عادة أعلا.

العلب الخاصة: الصواني والعلب المشكلة special cans: trays & shaped cans

الصواني Trays

المصطلح صينية يطبق عادة للأواني التي فيها العمق هو أقل كثيراً من الأبعاد الأخرى. والصواني الموجودة الآن معظمها مستطيل أكثر منه مستدير. وهي تستخدم لمنتجات الوجبات المعدة وتستفيد من عملية أقصر وإختراق حراري أسرع أثناء التعقيم ولذا فهي لها إحتمال أكبر لتحسين الخواص العضوية الحسية. وهناك فئتان من الصواني المعدنية:

١- صواني جاسئة مصنوعة من الصلب أو الألومنيوم (السمك المعدني ٠,٢ - ٠,٣ مم).

٢- صواني نصف جاسئة دائماً مصنعة من الألومنيوم وسمك الجسم والنهاية (٠,٠٥ - ٠,٢٠مم.

والصواني هي أوعية مسحوبة ومثل العلب المستديرة ذات القطعتين فإنها دائماً محمية داخلياً وخارجياً باللك بفلم والذى يمكن أن يختلف في وزنه من ٥ - ٢٠جم/م٢ مثلا على صواني جاسئة مقفولة قفلاً مزدوجاً.

وفي حالة الصواني النصف جاسئة فإن التغطية الداخلية عادة بوليمر (مثل عديد البروبيلين) لتسمح بالقفل الحراري للصينية لحماية الألومنيوم تحتها من المنتج. ووزن هذا الفلم الداخلي قد يكون حتى ٥٠جم/م٢ ويوجد عدة أحجام متاحة من ١٠٠ - ٣٢٥ جم إلى ١,٥ - ٣,٠ لتر.

العلب المشكلة shaped cans

يوجد أشكال غير منتظمة فشكل البرميل barrels والسلطانيات bowls والخلل pots ويحصل عليها بالإمتداد الميكانيكي للجسم الملحوم welded للعلب ذات القطع الثلاث كما أن هناك علب على المقاس tailor made.

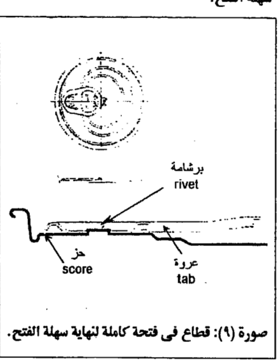
النهايات سهلة الفتح easy-open ends

إن التقدم التدريجي في مقاييس العلب وخفض سماكة العلبة وإدخال القفل المزدوج سمح بإدخال فتاحات علب تزيل النهاية كلها.

التصميم والتصنيع والإستخدام
design, manufacture & use

إن فتحة نهاية العلبة تحققت بواسطة خط حز score بجانب القفل المزدوج وعروة tab والتي تُرْفَعْ ثم تُجْذَبْ للخلف لتسمح بإزالة الجزء المركز عن النهاية (الصورة ٩). وتصنيع هذا النوع من النهاية عملية محكمة جداً وتنتج على أجهزة كبس خاصة وهذه بجانب عملية كبس النهاية العادية والتي تنتج مايسمى بالقشرة shell فإن لها ثلاث عمليات إضافية تقوم بها: تصنيع العروة tab وربط العروة وتكوين البرشامة rivet وعمل الحز scoring. والعروة tab تُصْنَعْ من شريط منفصل من المادة ويتصل بالنهاية بواسطة تكوين برشامة وعملية تسمى تكوين رأس heading operation. وعملية الحز تقطع شكل V في المعدن بحيث أن إنكسار المعدن يبتدىء من الحز score عندما تُرْفَعْ العروة وتُشدْ. والحز إما أن يكون خارجياً أو داخلياً. واللك في منطقة الحز score قد يتطلب تغطية وهذا يُجْرَى إما بالرش أو بالزيت أو بإجرائها باللك بالإستشراد الكهربي electrophoretic lacquer.

ونظراً للتشوه الميكانيكي للوح المعامل باللك أثناء إنتاج الحز score والبرشامة rivet فمن الضروري إستخدام لك ذي مرونة جيدة وكذلك إلتصاق جيد. واللك المستخدم قد يشمل مدى من عدة بوليمرات مثل أيبوكسي فينولات عادة مرتبطة بنهايات سهلة الفتح من ألومنيوم على إتصال بمواد غذائية غير مهاجمة أو بأنظمة ذات طبقات مختلفة تشمل لك الإرجانوزول والذي يستخدم إما مع نهايات الصلب أو الألمنيوم مع منتجات أكثر مهاجمة وهناك مدى واسع من أحجام النهايات سهلة الفتح.



صورة (٩): قطاع في فتحة كاملة لنهاية سهلة الفتح.

العلب اللدائن – بدائل العلب المعدن
plastic cans-metal can alternatives

كيس المعقم retort pouch

في السبعينات كان كيس المعقم retort punch والذي صنع من رقائق مرنة من عديد الإستر ورقائق الألومنيوم وعديد الإيثيلين أو عديد البروبلين وكان يقفل بالحرارة على طول حروفه وإستخدم مع بعض المنتجات ومنها روستي البطاطس potato rösti إلا أنه لم ينجح تجارياً نظراً للملء والقفل البطيء المكلف.

العلب اللدائن والصوانى والسلاطين
plastic cans, trays & bowls
إن تغير نمط الحياة وطلب وجبات خفيفة جيدة الجودة وجديدة ونجاح فرن الموجات الدقيقة/القصيرة أدى إلى تطوير وعاء يعمل فى نفس الوقت كوعاء أولى ووعاء للأكل منه.

المواد والتصنيع materials & manufacture
للحصول على منتجات أغذية ثابتة على الرف على درجة الحرارة المحيطة فإن أى بوليمرات مستخدمة يجب أن تكون ثابتة حرارياً وقوية ولها خواص حجز الأكسجين المناسبة. وهذا يتحقق عادة بإستخدام تركيب له عدة طبقات وأكثر البوليمرات التركيبية إستخداماً هو عديد البروبيلين مع كحول إيثيل فينايل ك.أ.ف EVOH أو كلوريد عديد الفينيليدين (ك.ع.فى) كالطبقة الحاجزة ويوجد بين الطبقات المبلمرة. وتستخدم المُلْصِقَات لربط الطبقات معاً ويعاد إستخدام التشذيبات كمحببات وتستخدم كطبقة (لوحدها) فى التركيب. والصَفْحَة عادة تُبْثَق وتكوين الأوعية بالحرارة قد يأخذ مكانه مباشرة بعد ذلك أو يستخدم بكر من المادة فى تغذية مكنة شَكِلْ/إمْلأ/إقْفِل form/fill/seal فى مصنع الملء.

قفل الوعاء containers closing
الأوعية اللدائن قد تقفل حرارياً أو تقفل مزدوجاً مع نهايات معدنية. والصوانى المربعة عادة تقفل حرارياً مع رقائق معدنية أو مع الأغطية الخالية من الرقائق وهذه يجب أن تعطى قَفْلاً كتيماً/محكماً hermetic وتكون سهلة الفتح.

ويزال الهواء من الحيز العلوى للوعاء إما بالفراغ أو البخار أو أن الحيز قد يهيىء بغاز خامل أثناء عملية القفل.

التوزيع distribution
لما كانت الأوعية معرضة للضوء أثناء التوزيع فيُسْتَخْدَم وعاء ثانوى مثل كرتونة أو غطاء علوى لحماية غطاء الوعاء. وهذه ليكون لها فائدة كحارس ضد التناثر أثناء التسخين فى فرن الموجات الدقيقة/القصيرة. (Macrae)

مناولة الأغذية food handling

تحضير الخضر preparation of vegetables

التنظيف cleaning
تحضير الخضر المحصودة من تحت الأرض مثل الجزر والبطاطس يتطلب إزالة التربة والحجارة فتبتدىء العملية بالتفريش الجاف dry brushing أو النقع ثم الغسيل. والغسيل يشمل الإحتكاك المبتل بفُرَش دائرة أو أصابع مطاطية ثم بالغسيل فى غسالة قضبان rod washer. وفى هذه الأخيرة تقلب الخضر فى إسطوانة مصنوعة من قضبان صلب بينما تغسل برذاذ ماء من داخل الإسطوانة. وهذه الخضروات تقشر عادة فيما بعد.
أما البقول مثل البسلة الخضراء والفاصوليا فهى تحصد ميكانيكياً وتنقل للتعليب فى المصنع. ويستخدم مكن لتقشير البذرة وتكسير مجموعات الفاصوليا الخضراء. والتنظيف الجاف بالهواء المدفوع لإزالة المادة الغريبة يتبعه الغسيل فى تنكات لإزالة الطين والحجارة وبعض الأنظمة

تستخدم التعويم لإزالة أجزاء مادة الخُضْر الصغيرة وفى النهاية غسيل بالماء لإزالة التربة المتبقية.

والخضروات الورقية مثل السبانخ صعبة التنظيف حيث توجد المواد الغريبة بين الأوراق. والأوراق تنظف بتعويمها فى تنكات من الماء حيث يقلب الماء بالهواء أو يحقن الماء وهذا يفصل الأوراق ويزيل التربة.

وفحص الخضروات المغسولة بالآلات مثل فرازات اللون أو الفرازات الاليكترونية فى هذه المرحلة يزيل أى مادة غير مرغوبة والفحص اليدوى يزيل ما لايمكن عمله ميكانيكياً.

التقشير peeling

تقشير الخضروات قد يكون بالقطع الميكانيكى أو بالإحتكاك بإستخدام بخار تحت ضغط عال أو بالمعاملة الكيماوية. والتقشير بالإحتكاك يستخدم إسطوانات أو أقراص مغطاة بالكاربوراندوم carborandum والتى تتصل مع الخضر التى تقلب ويزال الجلد المُحَكّ برذاذ من الماء. ولإزالة المادة من منخفضات الخضر بعض لحم الخضر يزال أيضاً بالإحتكاك.

والخضر تقشر بالبخار بحفظها مدة قصيرة فى بخار تحت ضغط مما يسخن طبقة من النسيج تحت القشر/الجلد وعندما يزال الضغط فجأة فإن النسيج يغلى بشدة ويطلق الجلد/القشرة المتصلة بتآلف مع الخضر. ويستخدم ١٧ جوى ضغط بخار لمدة ٣٠ ثانية.

ومحلول قلوى ساخن (أيدروكسيد صوديوم) يستخدم لتقشير الخضر وبعض الفواكه كيماوياً. ومن المهم غسيل الخضر بعد التقشير بالقلوى لإزالة أى آثار من القلوى. والمعاملة تختلف وتتوقف على الجلد/القشر المزال ولكن محلول يغلى من ١٠٪ قلوى يزيل معظم الجلد/القشر فى أقل من دقيقة. وهو يزال بفرش دوارة أو أصابع مطاط ورذاذ ماء. والهدر القلوى سواء سائل أو صلب يجب معادلته بحمض قبل التخلص منه وهذا يزيد من التكاليف.

تكوين الشرائح والتكعيب slicing & dicing

عمليات القطع تستخدم لإعطاء الحجم المناسب للخضر فى التعليب فالهليون يقطع إلى الطول الصحيح للعلبة والجزر والبطاطس تعمل شرائح أو تُكَعَبْ لإعطاء شكل جذاب للخضر المعلبة. وحجم وشكل الخضر المعلبة يتوقف على نوع العبوة التى يتطلبها السوق.

تحضير الفواكه preparation of fruit

الغسيل washing

عادة الفواكه أسهل فى التضرر عن الخضر ولذا تغسل الفواكه بالغمر فى تنكات ماء حيث تقلب ثم ترش بالماء على المصاعد أثناء إزالة الفاكهة من التنك. وقد تستخدم غسالات القضبان مع بعض الفاكهة مثل الموالح والتى لاتتضرر بسهولة.

التقشير وإزالة النواة peeling & pitting

التفاح وبعض الفواكه الحجرية تحتاج للتقشير وإزالة النواة قبل التعليب. وإزالة النواة عملية ميكانيكية

وكل نوع من الأغذية له أجهزة متخصصة لإزالة النواة. ومقشرات التفاح والكمثرى الميكانيكية تزيل جزء القلب والجلد/القشر قبل تصنيف الفاكهة. والفواكه الحجرية عادة تقشر كيماوياً بالقلوى ثم تغسل. أما الفواكه ذات السيقان مثل الكريز فهى تدار على إسطوانات دائرة والتى تلتقط السيقان وتزيلها.

السلق blanching

السلق هو معاملة بالحرارة بالقرب من الغليان أو بالبخار ويتبعها تبريد سريع يعطى للخضر وبعض الفواكه. والسلق يزيل الغازات من داخل الأنسجة ويطرى المنتج. وهو يجعل المنتج أسهل فى ملء العلبة وأن يحصل على وزن ملء مضبوط. وإزالة الغاز تقلل من أكسدة المنتج وتحافظ على الفراغ فى العلبة وتمنع التآكل الزائد للعلبة وتمنع الضغط الزائد داخل العلبة أثناء التعقيم. والسلق يعطى المنتج غسيلاً آخر ويثبط الإنزيمات التى قد تسبب تدهور الغذاء. وتثبيط الإنزيمات ليس مهماً فى التعليب كما هو فى التجميد حيث أن الأغذية المعلبة تعامل حرارياً بأكثر من السلق أثناء المعاملة الحرارية للعلبة ولكنها قد تكون هامة إذا كان هناك عطلة بين الملء والتعقيم. والسلق يُجْرَى على درجات حرارة بقرب الغليان فى ماء لمدة ٦٠ – ٩٠ ثانية للأشياء الصغيرة مثل البسلة الخضراء والجزر المكعب وحتى ٣ دقائق للأجزاء الكبيرة.

تحضير العصير preparation of juices

العصير هو السائل الذى يعصر من الفاكهة أو الخضر. وبعد إستخدام القوة على كل من الفاكهة أو الخضر أو على المادة اللبية يصفى اللب من السائل. وهذا يمكن إجراؤه بإستمرار فى معاصر حلزونية أو مكابس حزامية وهناك أنواع مختلفة كثيرة من مكابس الدفعات. والموالح تعصر reamed ميكانيكياً أو تسحق بشكل يسمح بإزالة الجزء المأكلة عن الجلد/القشر وتزال المواد غير المرغوبة من العصير فى منهيات ذات مجاديف أو فرش أو فى مكابس حلزونية صغيرة. وهذا المكن يدفع العصير خلال مصافى بينما يفصل ويزيل اللب الذى هو عادة كبير بحيث لايمر خلال المصفاه.

ويبستر عصير الموالح بالمعاملة بالحرارة على ٩٥°م مباشرة بعد الإستخلاص لتثبيط البكتيناز والذى يسبب عكارة فى العصير. فعكارة العصير يحتفظ بها بالبكتين الموجود طبيعياً والذى إذا هاجمه البكتيناز يسمح للعصير بالإنفصال إلى سيرم رائق وراسب صلب. وبالعكس فالبكتيناز قد يضاف إلى عصائر أخرى مثل التفاح لإنتاج عصير رائق وإذا لم يملأ العصير ساخناً فإنه يأخذ معاملة أخرى حرارية أثناء عملية التعليب.

تحضير اللحم meat preparation

تحضير اللحم بعد الذبح وإزالة العظم يتكون أساساً من إزالة النسيج غير المرغوب مثل الدهن والجلد والشرايين الظاهرة. وينكمش اللحم حوالى ٣٠٪ عندما يطبخ ولذا فالمنتجات المشكلة بإستخدام اللحم فهى عادة تطبخ قبل الملء فى العلب. وبعض منتجات اللحم تعالج corned أى أنها تطبخ مع علاج cure يحتوى ملح ونتريت. والنتريت

يسبب أن اللحم يتحول إلى اللون الوردى المتخصص أثناء التسخين وهو بسبب خواصه المضادة للكائنات الدقيقة يسمح بإستخدام معاملة حرارية أقل شدة أثناء التعقيم retorting.

والسمك مثل التونا ينظف ثم يعامل بالبخار للسماح بإزالة سهلة للجلد والعظام. والحزات المعاملة بالبخار fillets تُملأ فى مكنة تشكلها وتقطعها إلى حجم العلبة قبل ملء العلبة. والسمك الآخر يقطع إلى الحجم وهو خام والسمك يحفظ فى مأج أو زيت أو صلصة.

تحضير المنتجات المصاغة

preparation of formulated products

هناك عدد لانهائى من المنتجات المصاغة من يخنى اللحم إلى عقبة الألبان والمشروبات كالبيرة التى تعلب. ومعظم هذه المنتجات تُطْبَخ أو تُخْلَط قبل التعبئة. وهذه التى تطبخ توضع فى العلبة ساخنة.

والمنتجات المكربنة مثل البيرة وعصير الفواكه البراق sparkling تُملأ على درجات حرارة قبل التجميد مباشرة للمحافظة على الكربون. والمشروبات الخفيفة يحفظها مواد حافظة فهى لاتعتبر معلبة رغم وضعها فى علب.

العلب cans

تصل العلب بالحجم المرغوب إلى مالىء العلب. والعلب قد تتلوث فمن الضرورى غسلها جيداً قبل الملء.

الملء filling

مالئات ذات الكباس الحجمى تستخدم مع المنتجات السائلة ومع المنتجات السائلة التى تحتوى مواداً صلبة مثل عيش الغراب فى صلصة الزبدة. ويستخدم منضدة دوارة turntable بها عدة رؤوس ملء حتى يمكن لعدة علب أن تملأ فى نفس الوقت. وسرعة المالىء تتوقف على عدد الرؤوس. والمالئات المشقلبة tumble fillers تُسْتَخْدَم لملء المواد الصلبة مثل قطع الطماطم. فالعلب المغسولة تتحرك خلال إسطوانة كبيرة دوارة تحتوى قطع المنتج. والمنتج يقع فى العلبة والزيادة تزال بميل وهز العلبة عند الخروج من المالىء. والمالئات الحجمية الأخرى تمسح المنتجات الصلبة فى جيوب على المنضدة الدوارة والمنتجات تنزل بالجاذبية إلى العلبة.

والملء اليدوى يستخدم مع المنتجات صعبة الملء بالمكنة. فملء الهليون فى العلب يمكن أن يجرى بالمكنة ولكن فى بعض الأحيان تتكسر الأطراف وعلى ذلك فالملء باليد مفضل.

وبعض المنتجات تعلب فى مأج أو شراب وهذه عملية منفصلة عن ملء الغذاء الصلب وقد تحدث قبل أو بعد ملء المواد الصلبة. وبعض المنتجات الصلبة قد يكون بها جيوب من هواء بين القطع وفى هذه الحالة يضاف السائل قبل ملء الأجزاء الصلبة حتى أن السائل يملأ هذه المسافات وفى بعض الأحيان تملأ العلب إلى القمة topped up بعد ملء الأجزاء الصلبة.

ويجب أن يترك حيز علوى فوق العلبة بعد الملء وهذا الحيز الصغير يفرغ بعد القفل ولكنه مهم لكيان العلبة. وعلبة زائدة الملء تمنع تمدد المنتج أثناء المعاملة الحرارية مما قد ينتج عنه ضرر دائم لنهاية العلبة. وكذلك تتغير الخواص الحرارية للعلبة مما قد يبطل العمليات الحرارية المحسوبة.

الخلخلة exhausting

يُسْرِع الأكسجين الموجود فى الحيز العلوى للعلبة من تآكل معدن العلبة فى الحيز العلوى. ولمنع هذا فإن حجم الغاز بين المنتج والغطاء يجب أن يحتوى فراغاً جزئياً. والطريقة التقليدية للخلخلة هى دسر/برشمة العلبة clinching وهذا الإجراء جزئى فهو العملية الأولى للقفل المزدوج ويحتفظ بالغطاء مفككاً على العلبة. وتجرى الخلخلة بتمرير العلب الملآنة مع الأغطية المُدَسَّرَة clinched خلال جهاز مليء بالبخار لمدة دقائق لتسخين محتويات العلبة ولإحلال بخار محل الهواء ويتبع ذلك مباشرة إستكمال عملية القفل المزدوج.

وطريقة أخرى للخلخلة هى ملء المنتج ساخناً ويتبعه المأج الساخن أو الشراب الساخن ولها نفس التأثير كالخلخلة بالبخار ويتبع ذلك القفل بإنسياب البخار steam flow closing فيحقن البخار بين العلبة والغطاء عندما يوجدان معاً فى عملية القفل. وهذا يطرد الهواء فى منطقة الحيز العلوى وعندما يتكثف البخار يتكون فراغ فى حيز علوى العلبة.

وكذلك يمكن إستخدام مضخات فراغ لإنقاص الهواء فى الحيز العلوى وهذا يمكن عمله أثناء الملء للفاكهة حيث يمكن أن يدخل الشراب تحت فراغ ويحل الشراب الداخل محل الهواء وقد يوجد فى بعض القافلات غرفة فراغ يمكن للعلبة أن تقفل داخله وهذا عادة يجرى مع اللحم والسمك حيث خطوط التعليب تبطئ بالعملية البطيئة نسبياً عند القفل تحت الفراغ.

والمنتجات الحمضية مثل عصير الفواكه والمربات والمخلل والشطنى قد تُملأ فى العلب قرب درجات حرارة الغليان وتقفل العلب وتقلب لتعقيم الغطاء وتبرد. ويسمى هذا عملية الملء الساخن وينتج الفراغ من إنكماش المنتج بالتبريد وإحلال البخار محل الهواء فى المنتج الساخن.

قفل العلبة can closing & seaming

لقافل العلبة منضدة دوارة مثل مالىء العلبة حيث تغذى العلب إلى مواقع stations قفل الغطاء بصف الغطاء على العلبة. واللوح الأساسى للموقع برفع العلب، والغطاء يعشق الظرف العلوى، وبكر القفل يدور حول الدرز seam ليُكَوِن الختم seal وينسحب البكر وينخفض اللوح الأساسى وتخرج العلب المقفلة من القافل.

وعملية القفل تحدث بواسطة عمليتى بكر. والعملية الأولى للبكر تثنى الشفتين two flanges مع بعضهما والعملية الثانية للبكر تُسَطِح flatten لتكون الختم. والختم يطمئن إليه بمادة شبه المستيكا mastic-like ترسب فى شفة flange العلبة تسمى المركب compound. ويمكن أن يقفل من ٥٠٠ علبة/دقيقة إلى ٢٠٠٠ علبة/دقيقة.

المعاملة الحرارية thermal processing

عملية القفل المزدوج تختم الغذاء محكماً hermetically والمعاملة الحرارية توفر التعقيم اللازم. والمنتجات التى لها جيد أقل من ٤,٥ تسمى أغذية حمضية ويمكن أن تعامل حرارياً على درجات حرارة أقل من ١٠٠°م وتسمى العملية بسترة. والمنتجات التى لها جيد أعلا من ٤,٥ تسمى أغذية ذات حموضة منخفضة ويجب أن تعامل حرارياً على درجات حرارة مابين ١١٠ - ١٢٥°م تحت ضغط.

عمليات بعد المعاملة

post-processing operations

العلب الخارجة من المبرد مبتلة بماء مكلور ويجب أن تجفف قبل أن تعامل بأمان. وقد تروشم العلب أما العلب المطبوعة فلا تحتاج إلى روشمة. ومخازن العلب يجب ألا تعمل على تكثف البخار بل يحافظ عليها بحيث أن درجات الحرارة لاتسمح بذلك وإلا صدأت العلب ويجب ألا تكون درجة الحرارة عالية بحيث تسمح بنمو جراثيم البكتيريا المقاومة للحرارة التى بقت بعد المعاملة الحرارية.

وتستمر العلب فى المخزن حتى بعد مرور فترة التحضين وهذا يضمن أن تصل العلب الصحية فقط للمستهلك. وتحفظ العلب فى ورق مقوى لمنع الأضرار عن العلب أثناء النقل والمناولة.

تخزين الأغذية المعلبة فى المنزل

storage of canned foods at home

تخزن العلب فى دولاب جاف وهى صالحة للإستهلاك لمدة سنتين. وتدوير المخزون مهم فى المنزل كما هو فى السوق. (Macrae)

أنظمة الحفظ والتعبئة مطهراً

aseptic processing and packaging systems

تعاريف

مطهراً aseptic يصف ظروفاً فيها تغيب الكائنات الدقيقة ومن بينها الجراثيم القادرة على العيش viable. وفى صناعة الأغذية المصطلحات مطهراً ومعقماً ومعقماً تجارياً كثيراً ماتستعمل الواحدة مكان الأخرى.

النظام مطهراً يشير إلى النظام كله الضرورى لإنتاج منتج معقم تجارياً موجوداً فى حاوية مقفولة قفلاً محكماً/كتيماً hermetically sealed. وهذا المصطلح يشمل نظام معاملة المنتج ونظام التعبئة.

نظام المعاملة مطهراً يشير فقط إلى النظام الذى يعامل المنتج ويوصله إلى نظام التعبئة.

نظام التعبئة مطهراً يشير إلى أى قطعة فى الأجهزة التى تملأ حاوية أو عبوة معقمة بمنتج معقم ويقفلها قفلاً محكماً تحت ظروف مطهرة. وهذه الوحدات أو الأنظمة تُكَون وتُعَقِم العبوة.

أساس نظام التطهير basic aseptic system

المنتج الخام أو غير المعامل يسخن ويعقم بالإحتفاظ به على درجة حرارة عالية لمدة محددة من قبل ثم يبرد ويوصل إلى وحدة التعبئة لتعبئته. والتعقيم التجارى يحافظ عليه خلال كل النظام من لحظة تسخين الناتج إلى إخراج الحاويات المقفولة قفلاً محكماً.

وللحصول على معاملة مطهرة ناجحة للأغذية يتطلب على الأقل:

١- أجهزة يمكن أن توصل إلى حالة تعقيم تجارى.

٢- منتج معقم تجارياً.

٣- عبوات معقمة تجارياً.

٤- بيئة معقمة تجارياً ضمن مكنة التعبئة وفيها يجلب المنتج المعقم والعبوة المعقمة مع بعض وتقفل العبوات قفلاً محكماً.

٥- مراقبة وتسجيل العوامل الحرجة.

٦- المناولة المناسبة للعبوات النهائية لضمان سلامة الحاويات.

وصف نظام المعاملة مطهراً

بالرغم من أن أجهزة أنظمة المعاملة مطهراً تختلف إلا أن كل الأنظمة تحتوى على:

١- منتج يمكن ضخه.

٢- طريقة لمراقبة وتوثيق معدل إنسياب المنتج خلال النظام.

٣- طريقة لتسخين المنتج إلى درجات حرارة التعقيم.

٤- طريقة للإحتفاظ بالمنتج على درجة حرارة عالية لمدة تكفى للتعقيم.

٥- طريقة لتبريد المنتج إلى درجات حرارة المل ء.

٦- طريقة لتعقيم النظام قبل الإنتاج والمحافظة على التعقيم أثناء الإنتاج.

٧- ضمانات كافية لحماية التعقيم ومنع المنتج غير المعقم من الوصول إلى أجهزة التعبئة.

التعقيم قبل الإنتاج

pre-production sterilization

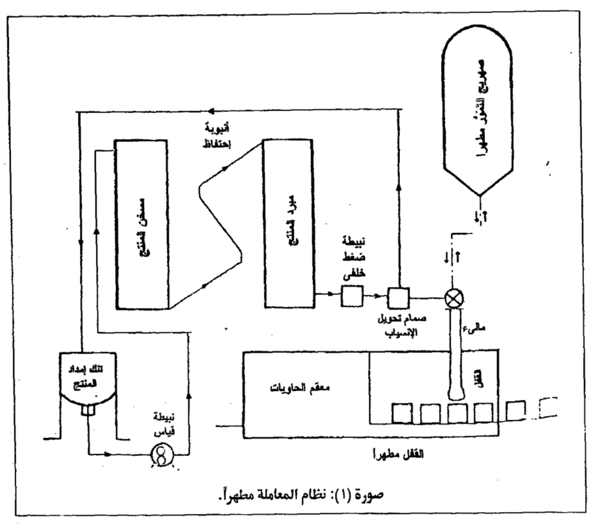
لايمكن ضمان منتج معقم تجارياً مالم يعقم نظام المعاملة والمل ء بكفاية قبل بدء العملية. ومن المهم أن ينظف النظام جيداً قبل التعقيم وإلا لم تكن العملية ناجحة.

وبعض الأنظمة أو الأجهزة منها تستخدم بخاراً مشبعاً للتعقيم. ولكن فى معظم الأجهزة يتم التعقيم بإدارة ماء ساخن خلال النظام لمدة كافية من الزمن لجعل النظام معقماً تجارياً. وعند إستعمال الماء فإنه يسخن فى مُسَخِن المنتج ثم يضخ فى كل أنابيب فى إتجاه المجرى والأجهزة حتى (وعادة بعد) صمام القفل على وحدة التعبئة. وكل سطوح إتصال المنتج فى الإتجاه من مسخن المنتج يجب أن يحافظ عليها على أو أعلا من درجة حرارة معينة بالإدارة المستمرة للماء الساخن للمدة المطلوبة.

وتنكات التموُّر surge tanks تعقم عادة ببخار مشبع عوضاً عن ماء ساخن نظراً لسعتها الكبيرة. وبالرغم من أن تعقيم تنكات التموّر يتم وحده فإنه عادة يجرى فى نفس الوقت بالتعقيم بماء ساخن مع بقية الأجهزة.

ولضبط تعقيم النظام المطهر بكفاية فإنه من الضرورى أن ترمومتر أو مزدوج حرارى thermocouple يوجد فى أبرد نقطة (أو نقط) فى الجهاز لضمان أن درجة الحرارة المناسبة يحافظ عليها خلال النظام كله. وعلى ذلك فنبيطة قياس درجة الحرارة عادة توجد عند أبعد نقطة من المبادلات الحرارية. وتقدير وقت دائرة التعقيم يبتدىء عندما يتوصل إلى درجة الحرارة المناسبة

عند هذه النقطة البعيدة. وإذا حدث أن درجة الحرارة هذه قد نزلت عن الحد الأدنى فإن الدورة يجب أن تبتدىء مرة أخرى بعد أن يعاد تثبيت درجة حرارة التعقيم، ويوصى بإستخدام نبائط مسجلة لإعطاء سجل دائم مستمر لبيان أن الأجهزة قد تم تعقيمها بكفاية قبل إجراء كل إنتاج.



صورة (١): نظام المعاملة مطهراً.

ضبط الإنسياب flow control

وقت التعقيم أو وقت الإحتفاظ كما هو مبين فى العملية يتصل مباشرة بمعدل إنسياب أسرع جسيم متحرك خلال النظام. وأسرع جسيم متحرك هو دالة لخواص إنسياب الغذاء. وبالتالى فإن العملية يجب تصميمها لضمان أن المنتج ينساب خلال النظام بمعدل ثابت وموحد بحيث أن أسرع جسيم من الغذاء يتلقى على الأقل أقل كمية حرارة لأقل وقت كما هو مبين فى جدول العملية. ومعدل الإنسياب الثابت هذا عادة يحقق بواسطة مضخة تسمى مضخة التوقيت timing أو القياس metering.

ومضخات التوقيت قد تكون ذات معدل ثابت أو مختلف. ومعدل ضخ المضخة ثابتة المعدل لايمكن

تغييره بدون فك المضخة. أما مضخات السرعات المختلفة فهي مصممة لإعطاء مرونة ولتسمح بتغيير المعدل بسهولة. ولذا فيجب حمايتها ضد تغير سرعة المضخة والذى قد يؤثر على إنسياب المنتج خلال النظام وذلك بوضع قفل أو إعلان على المضخة.

تسخين المنتج product heating

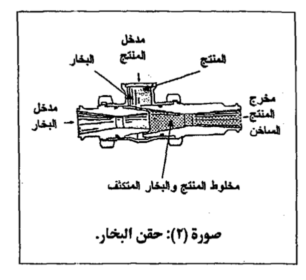
مسخن المنتج يوصله إلى درجات حرارة التعقيم وهناك فئتان رئيسيتان من مسخنات النواتج فى معاملة الأغذية مطهراً: مباشرة وغير مباشرة.

وفى التسخين المباشر هناك إتصال مباشر مابين وسط التسخين (البخار) والمنتج. وأنظمة التسخين المباشر يمكن أن تكون إما حقن البخار steam injection أو إشراب البخار steam infusion.

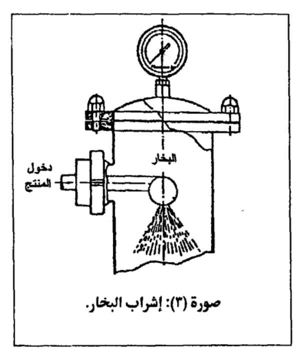
وحقن البخار يدخل البخار فى المنتج فى غرفة حقن حيث يضخ المنتج خلال الغرفة (صورة ٢) بينما إشراب البخار يقدم المنتج خلال غرفة إشراب مليئة بالبخار (صورة ٣) وهذه الأنظمة محددة الآن للمنتجات المتجانسة ذات اللزوجة المنخفضة.

والتسخين المباشر له ميزة التسخين السريع جداً والذى يجعل التغييرات العضوية الحسية أقل مايمكن فى المنتج. وكذلك يمكن إنقاص مشاكل الإنسداد وإحتراق المنتج فى أنظمة التسخين المباشر إذا قورنت بالتسخين غير المباشر.

ولكن هناك بعض العيوب أيضاً فإضافة الماء – من تكثف البخار فى المنتج – يزيد من حجم المنتج وهذا التغيير فى حجم المنتج يزيد من معدل إنسياب المنتج فى أنبوبة الإحتفاظ فيجب أخذه فى الإعتبار عند تحضير جدول العملية. ويتوقف على المنتج الناتج فإن الماء الذى أضيف كبخار قد يُحتاج إلى إزالته. والبخار المستخدم فى التسخين المباشر يجب أن يكون ذا جودة طهوية ويجب أن يكون خالياً من الغازات غير المتكثفة وعلى ذلك فلابد من مراقبة مضافات ماء الغلاية جيداً.



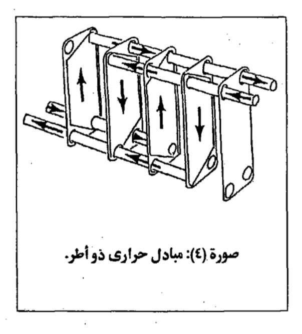
صورة (٢): حقن البخار.



صورة (٣): إشراب البخار.

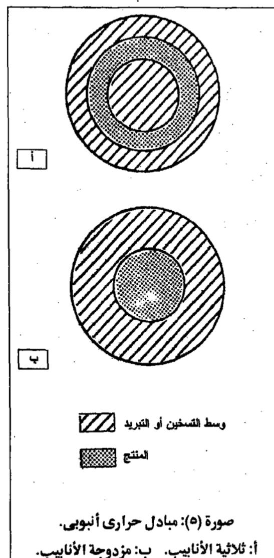
أما التسخين غير المباشر فوحداته لها فصل فيزيقى بين المنتج ووسط التسخين. وهناك ثلاثة أنواع من وحدات التسخين غير المباشر: مبادلات حرارية ذات أطر plate وأنبوبية tubular والسطوح المكتسحة swept surfaces.

فالمبادلات الحرارية ذات الأطر plate تستخدم للسوائل المتجانسة والتى لها لزوجة منخفضة نسبياً فالأطر تعمل كحاجز وسطح لنقل الحرارة إلى المنتج على أحد الجوانب والوسط المسخن على الآخر. وكل إطار له حشية gasketed وسلسلة من الأطر موجودة مع بعض فى مكبس ويمكن تغيير عدد الأطر عندما يحتاج الأمر (الصورة ٤).

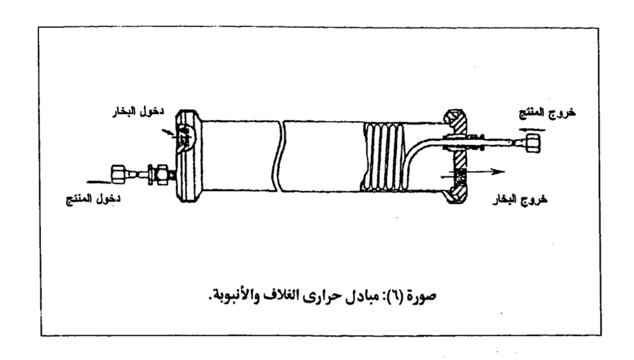


صورة (٤): مبادل حرارى ذو أطر.

أما المبادلات الحرارية الأنبوبية tubular فتستخدم أنبوبتين أو ثلاث متحدة المركز concentric. وينساب المنتج خلال الأنبوبة الداخلية، فى نوع الأنبوبة المزدوجة وخلال الأنبوبة الوسطى فى نوع الأنابيب الثلاثية مع وسط التسخين فى الأنبوب (أو الأنابيب الأخرى) منساباً فى إتجاه معاكس لإتجاه المنتج (الصورة ٥). وفى نوع المبادل الحرارى ذى الغلاف shell والأنبوبة فإن الأنبوبة توجد على هيئة ملف داخل الغلاف (الصورة ٦) والمنتج ينساب داخل الأنبوبة بينما ينساب وسط التسخين فى الإتجاه المعاكس خلال الغلاف. وتستخدم المبادلات الحرارية الأنبوبية مع المنتجات المتجانسة ذات اللزوجة المنخفضة مثل المبادلات الحرارية ذات الأطر.

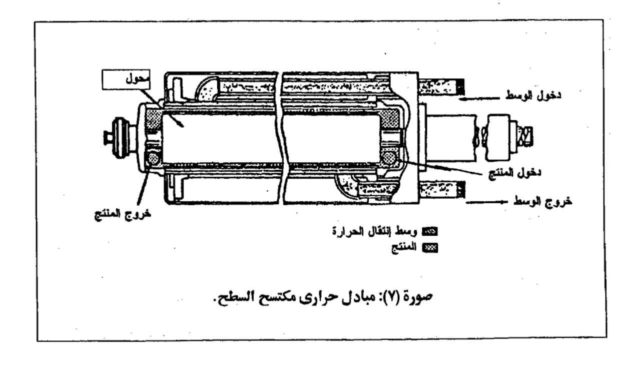


صورة (٥): مبادل حرارى أنبوبى.
أ: ثلاثية الأنابيب. ب: مزدوجة الأنابيب.



صورة (٦): مبادل حرارى الغلاف والأنبوبة.

أما المبادلات الحرارية ذات السطوح المكتسحة scraped-surface فتستخدم عادة فى معاملة منتجات أكثر لزوجة وهو يتكون من عمود محول mutator مع أنصال كاسحة scraper blades توجد مركزيا داخل أنبوبة تبادل حرارى محاط بجاكتة ومعزول (الصورة ٧). والأنصال الدوارة تكسح المنتج دائماً من على الجدار. وهذا الكسح ينقص من تراكم المنتج والإحتراق. ووسط التسخين الذى ينساب على الناحية الأخرى من الجدار هو ماء أو بخار دائر.



صورة (٧): مبادل حرارى مكتسح السطح.

وبعض الأجهزة تستخدم مبادلات حرارية منتج إلى منتج وهذا يسمح للحرارة أن تنتقل من منتج معقم ساخن إلى منتج غير معقم بارد داخل، مما يسمح بالإقتصاد الجوهرى فى الطاقة والتكاليف. وعند إستخدام مولد regenerator فإن هذا المولد يجب أن يُصَمَم ويستخدم ويضبط بحيث أن ضغط المنتج المعقم فى المولد يكون على الأقل ١ رطل /بوصة مربعة أعلا من الضغط فى أى منتج غير معقم فى المولد. وهذا يضمن أن أى تسرب يحدث هو فى إتجاه من المنتج المعقم إلى غير المعقم.

أنبوبة الإحتفاظ hold tube

عندما يصل المنتج إلى درجة حرارة التعقيم فى المسخن فإنه ينساب إلى أنبوبة إحتفاظ. والوقت المطلوب لأسرع جسيم منتج ينساب خلال أنبوبة الإحتفاظ يسمى بوقت الإقامة residence time. ووقت الإقامة يجب أن يكون مساوياً أو أكبر من الوقت اللازم عند درجة حرارة معقمة لتعقيم المنتج وينص عليه فى جدول العملية. وحجم أنبوبة الإحتفاظ والذى يحدده قطرها وطولها، مع معدل الإنسياب وخواص إنسياب المنتج يحدد وقت الإقامة الفعلى للمنتج فى أنبوبة الإحتفاظ. ولأن أنبوبة الإحتفاظ ضرورية لضمان أن المنتج يبقى على درجات حرارة التعقيم الزمن المناسب فإنه يجب أخذ بعض الإحتياطات:

١- أنبوبة الإحتفاظ يجب أن يكون لها ميل لأعلى فى إتجاه إنسياب المنتج على الأقل ٠,٢٥ بوصة/قدم للمساعدة فى منع الجيوب الهوائية كما أنها تمنع التصفية الذاتية.
٢- إذا كان ولابد من تفكيك أنبوبة الإحتفاظ فيجب ملاحظة أن كل الأجزاء تعاد وأنه لاتزال أبداً أجزاء أو تبدل لجعل الأنبوبة أقصر أو ذات قطر مختلف. وهذه التغييرات قد تقصر من الوقت الذى يبقى فيه المنتج فى الأنبوبة.
٣- إذا فككت أنبوبة الإحتفاظ فيجب ملاحظة أنه عند تجميعها أن جميع الحشايا gaskets لاتبرز فى السطح الداخلى. وداخل الأنبوبة يجب أن يكون ناعماً وسهل التنظيف.
٤- يجب ألا يكون هناك أى قُطَارَة متكثفة على الأنبوبة وأن الأنبوبة لاتتعرض لتيارات هواء أو هواء بارد والذى يمكن أن يؤثر على درجة حرارة المنتج فى أنبوبة الإحتفاظ.
٥- يجب ألا تسخن أى نقطة فى طول أنبوبة الإحتفاظ.
٦- المنتج فى أنبوبة الإحتفاظ يجب أن يحتفظ به تحت ضغط أعلا من ضغط بخار المنتج عند درجة حرارة العملية لمنع الوميض flashing أو الغليان لأن الوميض يمكن أن ينقص زمن الإقامة للمنتج فى أنبوبة الإحتفاظ. ويُمْنَع الوميض عادة بواسطة نبيطة ضغط خلفى back-pressure.

ودرجة حرارة الغذاء فى أنبوبة الإحتفاظ يجب مراقبتها عند الدخول والخروج من الأنبوبة.

تبريد المنتج product cooling

ينساب المنتج من أنبوبة الإحتفاظ إلى مبرد المنتج والذى يخفض درجة حرارة المنتج قبل الملء.

وفى الأجهزة التى تستخدم التسخين غير المباشر فإن المبرد يكون مبادلاً حرارياً والذى ربما سخن منتجاً خاماً بينما يبرد المنتج المعقم. والأنظمة التى تستخدم التسخين المباشر تحتوى على غرفة وميض أو غرفة فراغ. والمنتج الساخن يُعَرَض إلى جو ضغط منخفض داخل الغرفة مما ينتج عنه غليان أو وميض المنتج. وتخفض درجة حرارة المنتج، وجزء من كل الماء الذى أضيف للمنتج أثناء التسخين يزال بالتبخير. وبالخروج من غرفة الوميض فالمنتج قد يُبَرَد أكثر فى نوع من المبادلات الحرارية.

المحافظة على التعقيم maintaining sterility

بعد ترك غرفة الإحتفاظ فإن المنتج يكون معقماً ولكنه يكون عرضة للتلوث بالكائنات الدقيقة إذا سمح لها بدخول النظام. وأحد أبسط وأحسن الطرق لمنع التلوث هو المحافظة على المنتج منساباً وتحت ضغط. وتستخدم نبيطة ضغط خلفى لمنع المنتج من الغليان أو الوميض ويحتفظ بكل نظام المنتج تحت ضغط مرتفع.

ويجب وضع حواجز ضد الكائنات الدقيقة عند كل نقط التلوث الممكنة مثل أعمدة الدوران أو أعمدة التردد reciprocating shafts أو عند عُنُق صمامات الطهارة aseptic valves.

صهريج التمَوُّر مطهراً aseptic surge tank

تستخدم صهاريج التمَوُّر مطهراً فى الأنظمة المطهرة للسماح بحفظ المنتج المعقم قبل التعبئة. وتختلف سعاتها من ١٠٠ جالون إلى بضعة آلاف من الجالونات.

أنظمة التعبئة مطهراً
aseptic packaging systems

المتطلبات الأساسية basic requirements

وحدات التعبئة مطهراً مصممة لضم منتج معقم مع عبوة معقمة مما ينتج عنه منتج محكم القفل/كتيم hermetically sealed وثابت على الرف.

ووحدات التعبئة يجب أن يتوفر فيها:

١- تخلق وتحافظ على بيئة معقمة فيها العبوة والمنتج يمكن أن يجلبا معاً.

٢- تعقم سطح إتصال المنتج بالعبوة.

٣- ملء المنتج المعقم فى العبوة المعقمة.

٤- إنتاج عبوات محكمة القفل.

٥- تراقب وتضبط العوامل الحرجة.

عوامل التعقيم sterilization agents

تستخدم عوامل التعقيم فى وحدات التعبئة مطهراً لتعقيم مواد التعبئة وسطوح الأجهزة الداخلية لخلق بيئة تعبئة معقمة. وهى عموماً تشمل الحرارة والكيماويات والإشعاع عالى الطاقة أو إرتباط بينها وهى يجب أن تعطى نفس الحماية التى يعطيها التعقيم البخارى للأغذية المعلبة من حيث أمان الكائنات الدقيقة. وهذا المتطلب ينطبق على كل من سطح إتصال الغذاء بمادة التعبئة والسطوح الداخلية للمكن والتى تُكَوِن المنطقة المطهرة أو المعقمة داخل المكنة. وهذه يجب الموافقة عليها من الجهات المختصة.

والحرارة هى أكثر طرق التعقيم ويستخدم البخار أو الماء الساخن ويسمى حرارة خَضِلَة moist heat ويمكن إستخدام بخار فوق مسخن

superheated steram أو هواء ساخن فى بعض الحالات ويسمى حرارة جافة dry heat. وهو عامل تعقيم أقل كفاءة عن الحرارة الخضلة عند نفس درجة الحرارة. والأنظمة التى تستخدم حرارة خضلة تعمل على ضغوط مرتفعة بالمقارنة بأنظمة الحرارة الجافة والتى تعمل على الضغوط الجوية. ويمكن إستخدام طرق أخرى فى توليد الحرارة مثل الإشعاعات القصيرة/الدقيقة أو الإشعاعات تحت الحمراء.

والعوامل الكيماوية كفوق أكسيد الأيدروجين تُستَخدَم كثيراً مع الحرارة كعوامل تعقيم. وأنظمة هيئة الأغذية والدواء الأمريكية Food & Drug Administration تنص على أن أقصى تركيز للسطوح المتصلة بالأغذية هو ٣٥٪ من فوق أكسيد الأيدروجين. ويجب ألا يبقى أكثر من ٠,٥ جزء فى المليون من فوق أكسيد الأيدروجين مع الماء المعبأ تحت ظروف الإنتاج. ويمكن إستخدام إشعاعات عالية الطاقة (أشعة بنفسجية أو إشعاعات جاما أو إشعاعات الاليكترون) وحدها أو مع الطرق الموجودة.

المناطق المطهرة aseptic zones

المنطقة المطهرة هى المساحة داخل مكنة التعبئة المطهرة والتى تُعَقَم ويحتفظ بتعقيمها أثناء الإنتاج وهى المساحة التى يملأ فيها المنتج المعقم ويقفل فى الحاوية المعقمة. وهى تبتدىء عند النقطة حيث مادة التعبئة تُعَقَم أو حيث مادة التعبئة قبل التعقيم تدخل إلى المكنة وتنتهى المساحة بوضع القفل على العبوة، والعبوة النهائية تترك مساحة التعقيم. وكل المساحات بين هاتين النقطتين تعتبر جزءاً من المنطقة المطهرة.

وقبل الإنتاج فإن المنطقة المطهرة يجب أن تجلب إلى حالة من التعقيم التجارى مشابهة لتلك المتحصل عليها مع مواد التعبئة أو أى سطوح إتصال للمنتج المعقم. وهذه المساحة قد تحتوى مختلف أنواع السطوح بما فيها أجزاء متحركة تتكون من مواد مختلفة. والمعقمات sterilants يجب أن تكون ذات تأثير موحد وتطبيقها يمكن ضبطه خلال كل المنطقة المطهرة.

وبعد تعقيم المنطقة المطهرة يجب المحافظة على التعقيم أثناء الإنتاج. والمساحة يجب أن تركب بطريقة تعطى حواجز فيزيقية معقمة بين المساحات المعقمة وغير المعقمة. ويجب أن توجد آليات للسماح لمواد التعبئة المعقمة وللعبوات النهائية المقفولة بالدخول والخروج من المنطقة المطهرة بدون التأثير على تعقيم المنطقة.

وتعقيم المنطقة المطهرة يمكن أن يُحْمَى من التلوث بالمحافظة على ضغط موجب من هواء معقم أو أى غاز آخر. وبترك الحاويات النهائية للمساحة المعقمة فهواء معقم ينساب للخارج مانعاً الملوثات من الدخول إلى المساحة المطهرة. وضغط الهواء المعقم داخل المنطقة المطهرة يجب أن يحتفظ به عند مستوى يحتفظ بتعقيم المنطقة. والهواء أو الغازات يمكن تعقيمها بإستخدام عوامل تعقيم مختلفة ولكن أكثر الطرق إستخداماً هى الحرق incineration (حرارة جافة) و/أو الترشيح فائق العلو ultrafiltration.

إنتاج العبوات المطهرة
production of aseptic packages

هناك عدد من أنظمة التعبئة مطهراً ولكن يمكن أن توضع فى فئات العبوات:

١- حاويات سابقة الإعداد جاسئة أو شبه جاسئة.
   أ- علب معدنية. ب- علب مركبة.
   ج - كؤوس لدائن. د- أوعية زجاجية.
   هـ- إسطوانات.

٢- رقائق ورق مقوى وحاويات لدائن.

٣- حاويات ورق رقائق laminates مكونة جزئياً.

٤- حاويات تشكيل حرارى - إملأ - إقفل.

٥- أكياس أو حقائب سابقة التشكيل.

٦- حاويات مشكلة بالنفخ.

وهذه الحاويات يمكن تعقيمها بعدة طرق: بالبخار أو فوق أكسيد الأيدروجين أو الحرارة أو البخار المشبع أو الأشعة فوق البنفسجية أو أشعة جاما.
(Hui)

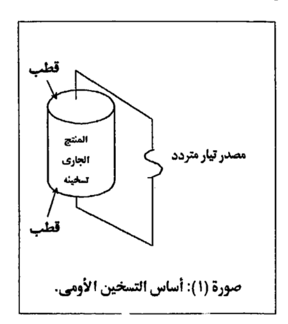
المعاملة المطهرة : التسخين الأومى
ohmic heating

المسخن الأومى ohmic heater يستخدم مقاومة التسخين فى إنسياب السائل الموصل للكهرباء والجسيمات particles لإعطاء حرارة وهو يستطيع مناولة منتجات غذاء يحتوى جسيمات حتى ٢٥مم. (Hui)

والمقاومة الكهربية أو التسخين الأومى حجمى بطبيعته فله إمكانية خفض فوق المعاملة.
(Rahman)

أساس التسخين الأومى
principle of ohmic heating

يحدث تأثير التسخين الأومى عندما يمر تيار كهربى فى منتج موصل (الصورة ١). وعملياً فتيار من المصدر العادى متردد منخفض (٥٠ - ٦٠ هرتز). ويستخدم التيار العادى لمنع إحتمال تفاعلات كهروكيماوية معاكسة ويقلل من تعقد مصدر التيار والتكاليف.



صورة (١): أساس التسخين الأومى.

والطاقة الكهربية تُحَوَّل إلى طاقة حرارية وهى تشابه فى هذا التسخين بالموجات القصيرة/الدقيقة ولكن يختلف عنه فى أن العمق يكاد لاينتهى ومدى التسخين يحكم بالتوحد الفراغى للتوصيل الكهربى خلال المنتج ومدة الإقامة فى المسخن ويسخن السائل والجسيمات فى نفس الوقت تقريباً. وميزة أخرى أنه لايوجد سطوح لنقل الحرارة ولا الحاجة للتقليب الميكانيكى. (Hui)

ومن عوامل نجاح التسخين الأومى: نوع المنتج، معدل الإنسياب، إرتفاع درجة الحرارة، معدل التسخين وزمن الإحتفاظ. (Rahman)

توليد الحرارة heat generation

مفتاح عملية التسخين الأومى هو معدل توليد الحرارة والتوصيل الكهربى للغذاء والطريقة التى ينساب فيها الغذاء خلال المسخن. وتوليد الحرارة بواسطة الطاقة الكهربية نتيجة المقاومة الكهربية يمكن أن يعبر عنها بـ:

$$Q = I^2 R = \sigma V^2 \quad (1)$$

كـ = ى٢م = σ ف٢

حيث:

كـ = الحرارة المولدة (ش) (شغل)

Q = heat generated (W)

ى = التيار الكهربائى (أمبير)

I = the current (A)

ف = تدرج الفلطية (فلط)

V = the voltage gradient (volt)

σ = التوصيل الكهربى

σ = electrical conductivity (S/m)

م = المقاومة الكهربية (أوم)

R = electrical resistance (Ohm)

ويمكن كتابة المقاومة الكهربية من قانون أوم Ohm's law كما يلى:

$$R = V/I \quad (٢)$$

م = ف / ى

ويمكن تعريف التوصيل الكهربى كمايلى:

$$\sigma\ (1/R)\ (L/A) \quad (٣)$$

σ = (١/م) (ل/أ)

حيث:

ل = الطول (متر) L = length (m)

أ = المقطع العرضى (متر٢)

A = cross sectional area (m^2)

م = المقاومة (أوم) R = resistance (Ohm)

σ = التوصيل الكهربى

σ = electrical conductivity (S/m)

والمقاومة الكهربية النوعية هى ١/σ 1/σ (أوم.م Ohm.m).

ومع السوائل مثل عصير البرتقال وعصير الطماطم زاد التوصيل الكهربى خطياً linearly مع درجة الحرارة بغض النظر عن نظام التسخين ونقصت بزيادة المحتوى الصلب.

وعند تسخين مخلوط من سائل وصلب فإنهما يولدان حرارة بنفس المعدل إذا كان لهما نفس المقاومة الكهربية. ولكن إذا كان للسائل توصيل كهربى أعلا عن الجسيمات فإن تسخيناً غير متجانس ينتج فى السائل المحيط بالجسيمات إذا كان التسخين يتم تحت ظروف ساكنة static.

ونسبة توليد الحرارة فى الصلب إلى السائل هى:

كـص / كـس = (ρ σص σس) ÷ (σص + ٢ σس)٢ (٤)

$$\frac{Q_s}{Q_L} = \frac{\rho\, \sigma_s\, \sigma_L}{(\sigma_s + 2\sigma_L)^2}$$

حيث:

ρ = الكثافة (كجم/م٣) ρ = density (kg/m^3)

σص ، σس = التوصيل الكهربى للصلب والسائل بالتتابع

σ_S & σ_L = electrical conductivity of solid & liquid, respectively

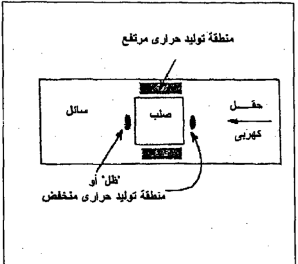
كـص ، كـس = توليد الحرارة فى الأطوار الصلبة والسائلة بالتتابع

Q_S & Q_L = heat generation in solid & liquid phases, respectively

والعوامل التى تؤثر على معدل التسخين فى التسخين الأومى لأغذية لها محتوى صلب عال هى: أ- التوصيل الكهربى للسائل والجسيمات. ب- حجم الجسيم وشكله والتركيز والحرارة

النوعية. ج- لزوجة السائل. د- التوجيه بالنسبة للأقطاب والجسيمات الأخرى.

ولايَسْخُنْ الجسيم أثناء التسخين الأومى بتجانس، ومناطق توليد الحرارة عالية أو منخفضة فى السائل حول جسيم له توصيل كهربى منخفض تظهر فى الصورة (٢).



صورة (٢): مناطق توليد حرارى مرتفع ومنخفض فى سائل حول جسيم له توصيل كهربى منخفض.

وكثافة التيار عالية على جانبى الجسيم ومنخفضة فى المناطق الأمامية والخلفية حيث يحاول التيار المرور حول الجسيم. وعدم التجانس فى التسخين يمكن أن يخفض بـ: زيادة خلط السائل، خفض لزوجة السائل، تحسين دوران الجسيمات ووجود جسيمات أخرى فى الوسط.

ويوجد منحدر فى درجات حرارة الجسيمات إذا سُخِنَت أسرع من السائل وهذا يرجع إلى المقاومة الكهربية البطيئة للجسيمات الصلبة.

وقد وجد أن الجسيمات ذات التوصيل الكهربى المنخفض فى سائل توصيله الكهربى عالٍ يمكن أن تَسْخُن أبطأ أو أسرع عن السائل، ويتوقف ذلك على تركيز الجسيمات. وتركيز عالٍ للمواد الصلبة مهم فى ضمان تسخين أسرع للطور الصلب.

(Rahman)

وتطبيق التسخين الأومى يتوقف على التوصيل الكهربى للمنتج ومعظم مستحضرات الأغذية تحتوى نسباً مئوية معتدلة للماء الحر مع أملاح أيونية ذائبة وبذا فهى تصلح جيداً لإستخدام التأثير الأومى. والنظام لايسخن مباشرة الدهن أو الزيوت أو الكحولات أو العظام أو التركيبات البلورية مثل الثلج أو الفوندانات.

تصميم المسخن الأومى

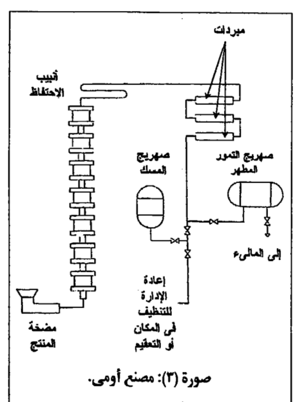
design of ohmic heater

عمود المسخن الأومى يتكون من أربعة أو أكثر من تبييتات housings قطبية مصنعة من كتلة من عديد رابع الفلورو إيثيلين (PTEE) polytetra fluoro ethylene ومغلفة فى صلب غير قابل للصدأ وكل تحتوى على قطب كابول cantilever وحيد. وتبييتات تتصل ببعضها عن طريق أنابيب صلب غير قابل للصدأ مبطن ببطانة لدائن عازلة كهربياً. والمواد المبطنة المناسبة تشمل عديد فينيليدين الفلوريد polyvinylidene fluoride والزجاج. وهذه الأقسام الأنبوبية ذات الشفاة تقفل بمزلاج bolted مع بعضها وتقفل بحشيات من مطاط غذائى.

والعمود يوضع فى وضع رأسى تقريباً مع تيار المنتج فى إتجاه صاعد إلى أعلا ويوجد صمام تنفيس عند

قمة المسخن ليضمن أن العمود دائماً ملىء. والعمود مهيأ بحيث أن كل قسم تسخين له نفس الممانعة الكهربية electrical impedance. وعلى ذلك فإن أنابيب التوصيل المشترك تزيد عادة فى الطول فى إتجاه الخروج وهذا لأن التوصيل الكهربى لمنتجات الأغذية عادة يزيد مع زيادة درجة الحرارة ففى المحاليل المائية للأملاح المتأينة هناك علاقة خطية بين درجة الحرارة والتوصيل الكهربى.

وهذه الظاهرة تعزى إلى زيادة التحرك الأيونى مع زيادة درجة الحرارة وتنطبق على معظم منتجات الأغذية. ويستثنى من ذلك المنتجات التى تزيد فيها اللزوجة على درجات الحرارة العالية مثل تلك التى تحتوى نشا غير مجلتن.



صورة (٣): مصنع أومى.

المعاملة المطهرة بإستخدام المسخن الأومى aseptic processing using the ohmic heater

المنتج إذا سُخِنَ يجب أن يُبَرَد بواسطة السطوح المكتسحة scraped surfaces أو مبادلات حرارية أنبوبية وهذه مفضلة لعدم التأثير على الجسيمات. ويتم التعقيم المبدئى للمسخن الأومى وأنابيب الإحتفاظ والمبردات (الصورة ٣) بتدوير محلول كبريتات الصوديوم فى تركيز مناسب للتوصيل الكهربى لمادة الغذاء الذى سيعامل. أما مستودع التخزين المطهر وصهريج إمساك البيسطح interface catch tank والأنابيب المتصلة بالمالئ فتعقم بطرق تقليدية بالبخار.

وبعد التعقيم بالمحلول يصفى المحلول ويدخل المنتج إلى قادوس مضخة تغذية إزاحة موجبة positive displacement feed pump وهذه قد تكون مغذاة عن طريق بريمة auger أحادية أو دائرة أو مكبس مضخة مارلين الترددية Marlen reciprocating piston pump والمنتج عادة يحضر فى أوعية خلط مبدئى والذى يمكن أن يشتمل على عمليات تسخين مبدئى أو سلق.

والضغط الخلفى أثناء فترة التغيير يلاحظ بتنظيم قمة الضغط فى صهريج إمساك catch tank بإستخدام هواء أو غاز نتروجين مضغوط معقم. وهذا الصهريج يجمع فيه بيسطح كبريتات الصوديوم-المنتج. وعندما يجمع البيسطح فإن المنتج يدخل إلى وعاء التخزين المطهر الأساسى حيث تستخدم قمة الضغط لضبط الضغط الخلفى فى النظام.

ويحافظ على الضغط الخلفي على ١ بار ثابت عندما تعقم منتجات أغذية عالية الحموضة على درجات حرارة ٩٠ - ٩٥°م. وضغط خلفي قدره ٤ بار يُسْتَخْدَم لمنتجات الأغذية منخفضة الحموضة حيث درجات حرارة التعقيم هي من ١٢٠ - ١٤٠°م. ويقطع التيار آلياً إذا حصل أي إنخفاض في الضغط.

والمنتج يسخن تقدمياً إلى درجة حرارة التعقيم كلما إرتفع في المسخن الأومي ثم يدخل أنبوبة إحتفاظ معزولة من الهواء (يمكن أن تقوم بطبخه) قبل أن يبرد في سلسلة من المبادلات الحرارية الأنبوبية. ويمكن تقسيم المنتج إلى نهر جسيمات عالي التركيز ونهر سائل ويعقم السائل تقليدياً ويبرد قبل حقنه في نهر الجسيمات عند ترك هذا الأخيرلأنبوبة الإحتفاظ في المسخن الأومي وبذا تقل التكاليف وبعد التبريد يدخل المنتج مستودع التخزين الرئيسي قبل الملء مطهراً.

وإذا تغير المنتج فإنه بعد معاملة المنتج الأول فإن المصنع يدفق flushed بواسطة سائل يتواءم مع الغذاء أو صلصة أساس قبل إدخال المنتج التالي. ويستخدم صهريج الإمساك لجمع بيسطوح المنتج-الصلصة.

وبعد المعاملة ينظف المصنع بالماء ثم محلول ٢٪ (وزن/حجم) من صودا كاوية يدار على ٦٠ - ٧٠°م لمدة ٣٠ق. وهذه المحاليل تسخن تقليدياً.

ويدعى لهذه الطريقة جودة أعلا للمنتج وتكاليف طاقة أقل وتكاليف تعبئة أقل وتغطية جذابة وتكاليف تخزين أقل من المنتجات المجمدة أو المبردة. (Hui)

تأثير التسخين الأومي على الأغذية ومكوناتها

١- التأثير على الكائنات الدقيقة والإنزيمات

توجد تأثيرات حرارية فوق معتادة في المنتج نظراً لوجود كهرباء ولكن البيانات غير حاسمة. والفولت العالي يمكن أن يهدم الكائنات الدقيقة بسبب تكوين ثغور (ثغور كهربية) في جدر خلايا الكائنات الدقيقة. والمعاملة بفولت منخفض أنقصت عدد الكائنات الدقيقة بعد فترات طويلة بدون التسخين إلى درجات حرارة مميتة. وبفولت منخفض فإن التأثير القاتل على *Escherichia coli* توقف على: التيار المار خلال المعلق، ووجود مركبات تحتوى الكلور ومدة الزمن الذي تترك فيه الخلايا في الوسط بعد المعاملة. وقد قورنت قيم د D values ، ى Z لخلايا خميرة zego *Saccharomyces bailii* بعد التسخين التقليدي والأومي فلم يظهر أي فرق معنوى عندما يكون لهما نفس التاريخ الحراري. ولكن إذا تمت المعاملة كهربياً بحرارة تحت المميتة قبل المعاملة الحرارية فإن قيم د ، ى لـ *E. coli* إنخفضت معنوياً في بعض المعاملات فقط وإن لم يفهم لِمً.

وقد تم تثبيط إنزيم البيروكسيداز بالتسخين الأومي في أقل من ٣ ق في حين أن إستخدام السلق في ماء يغلى إستلزم ١٧ ق، وذلك في ذُرَة على الكوز corn on the cob.

٢- التناضح الكهربي electroosmosis

تعزز الحقول الكهربية الإنتشار عبر الأغشية، فإنتشار البيتانين من البنجر أكبر أثناء التسخين الكهربي بـ ٥٠ هرتز Hz عنه أثناء التسخين التقليدي. وقد

يكون هذا ناتجاً عن زيادة الإنتقال خلال أغشية الخلية وخلال المحلول.

وبالتسخين الأومى يمكن سلق الخضر كاملة دون تجزئة بسرعة جداً وبتجانس بغض النظر عن الشكل والحجم وبذا يقلل أيضاً من الفقد فى ماء السلق.

٣- التأثير على الخواص الوظيفية
effects on functional properties

يمكن تثبيط البروتياز بالتسخين السريع (الأومى) بدون إستخدام مثبطات أنزيمية. وجلات السوريمى (٧٨٪ رطوبة ، ٢٪ كلوريد صوديوم)، عندما سُخِنَت ببطء فى حمام مائى كان لها جودة فقيرة بينما عندما سخنت أومياً زادت مرتين فى إجهاد القص shear stress والتوتر strain. كما أن تهدم الميوسين والأكتين قل بالتسخين الأومى.

٤- التأثير على الخواص الحسية
effects on sensory quality

المنتجات المعاملة بالتسخين الأومى كان لها قوة إحتفاظ باللون والقوام والنكهة والمغذيات تقارن أو أحسن من طرق المعاملة التقليدية مثل التجميد أو التعقيم أو الحفظ مطهراً aseptic.

وقد يصلح التسخين الأومى فى التعقيم والبسترة خاصة فى حالة الأغذية المعاملة بالتعقيم العالى قصير الزمن (HTST) مطهراً aseptically. كما يمكن إستخدامه فى التيع والخبيز وفى السلق أو فى تحسين الإنتشار. فمثلاً بالنسبة للتيع thawing يمكن أن يحسن الزمن فيقل نمو الكائنات الدقيقة، وكذلك يقلل من إنتشار المواد الذائبة فى ماء السلق وبذا يمنع مشاكل بيئية. (Rahman)

التعقيم بإستخدام اللهب المباشر
steriflamme

هذه طريقة تستخدم لهب الغاز المباشر وإبتدأت فى فرنسا وتسمى steriflamme وفيه تعمل العلب كأوتوكلافها الخاص لتعقيم محتوياتها.

وتمر العلب بعد أن تجهز وتنقل كما فى الطرق الأخرى على أربع مراحل:

١- المرحلة الأولى: ترتفع فيها درجة الحرارة من ٦٥°م إلى ٩٥°م فى وسط بخارى فى حوالى ستة دقائق.

٢- المرحلة الثانية : وتعرض فيها العلب وهى تدور حول نفسها دوراناً محورياً حوالى ١٢٠ دورة فى الدقيقة إلى لهب الغاز المباشر ولاتبعد عنه أكثر من ملليمترات وترتفع فيها درجة الحرارة من ٩٥°م إلى ١٢٥°م فى حوالى ثلاث دقائق. وتبلغ درجة حرارة اللهب ١١٠٠°م. وفرق درجة الحرارة بين العلب ومحتوياتها لايزيد عن ١°م.

٣- المرحلة الثالثة: وفيها تمر العلب وهى تدور أيضاً حول محورها على مواقد لهب الغاز المتباعدة لكى تحتفظ بدرجة حرارتها (١٢٥°م). وتستمر هذه المرحلة من ٣ - ١١ دقيقة تبعاً لقيمة التعقيم اللازمة. وعادة المدة ٤,٥ دقيقة.

٤- المرحلة الرابعة: وفيها تعرض العلب وهى لازالت تدور حول محورها لرذاذ الماء لتبريدها وتستغرق هذه المرحلة حوالى سبع دقائق.

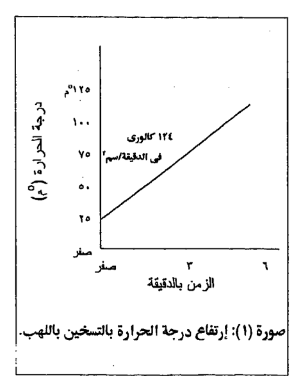
ويلاحظ إرتفاع درجة الحرارة فى الصورة (١) بدرجة منتظمة طيلة مدة التسخين وتبلغ ١٢٤ كالورى فى الدقيقة/سم² أى أنه لافرق بين بدأ ومنتهى فترة إرتفاع الحرارة وهى حوالى ١٧°م /دقيقة تقريباً.

التغيير فى الجودة أثناء التعليب
quality changes during canning

الخواص الحسية للأغذية – النكهة واللون والقوام – يمكن أن تتأثر بالمعاملة الحرارية والتغيرات قد تكون مباشرة للتأثير الحرارى على مكونات الأغذية (مثل جلتنة النشا ومسخ البروتين وإنفصال الخلايا) (جدول ١) أو تفاعلات مُحَثّة بالحرارة مثل تفاعلات مايارد. كما أن تغييرات جوهرية فى الخواص الحسية الثلاث يمكن أن تحدث بتفاعلات أكسدة والتى يمكن أن تحدث ليس فقط أثناء المعاملة بل أيضاً أثناء عملية التخزين بعد ذلك.

جدول (١): تأثير المعاملة الحرارية على الخواص الحسية.

التغيرات الكيماوية والفيزيقية	التأثير على الخاصية الحسية
القوام	
ضرر لأغشية الخلايا	فقد القصافة crispness
إنفصال الخلايا	فقد التماسك
مسخ البروتين	تكون الجل والتماسك
جلتنة النشا	تكون الجل
اللون	
تكسر الصبغة الطبيعية	إبيضاض bleraching، وفقد اللون
تفاعلات مايارد	تكون اللون البنى
تغيرات أخرى مثل فيتامين ج	تغير اللون
النكهة	
فقد المواد الطيارة	فقد النكهة
تكون مواد طيارة	
مايارد	نكهة المحمص والمرارة
الأكسدة	الترنخ
بيرازينات	نكهة المحمص



صورة (١): إرتفاع درجة الحرارة بالتسخين باللهب.

ويمكن تعقيم المنتجات السائلة أو الموجودة فى سوائل.

ويمكن بالدفعات الحرارية تعقيم الجسيمات الموجودة فى سوائل ويقصد بالدفعات الحرارية ترك مسافات زمنية بين دفعات التسخين بحيث أن إنتفاخ نهايتى العلبة يزداد مع التقليب مابين دفعة تسخين وأخرى. وفى المنتجات ذات اللزوجة المنخفضة تستخدم معدلات إرتفاع حرارة عالية مثل ٠,٥°م/٢ ثانية.

أما العلب فتستخدم العلب العادية مع نهايات ت يو ٤/٥ TU 4/5.

ودرجة حرارة القفل يجب أن تكون ٧٠°م بالنسبة للعلب التى قطرها ٧٣مم أو أقل أما العلب ذات الأقطار الأكبر فيجب أن تكون السماكة ٠,٢٥مم للقطر الذى يبلغ ٦٨مم ، ٠,٢٧مم للقطر الذى يبلغ ١٠٠مم. (عثمان و Ramesh)

تغيرات النكهة flavor changes

نكهة الغذاء قد يحتفظ بها أو تُحَوّر أو أحياناً تتغير جوهرياً أثناء المعاملة الحرارية. ومعظم التغيرات تحدث فى مكونات النكهة الطيارة.

أكسدة الدهون lipid oxidation

توجد الدهون فى معظم الأغذية وأكسدة الدهون تحدث أثناء تعليب معظم الأغذية والأحماض الدهنية المشبعة ثابتة نسبياً فى درجات الحرارة المستخدمة فى التعليب ولكن الأحماض الدهنية غير المشبعة يحدث لها تكسير تحت ظروف الأكسجين والحرارة إلى عدد كبير من المركبات الطيارة والتى تعطى كلاً من نكهات مرغوبة وغير مرغوبة.

والمرحلة الأولى من تفاعل الأكسدة تشمل أخذ الأكسجين وفى وجود حوافز مثل معادن إنتقال والهيموبروتينات ويبتدىء بالحرارة أو الضوء ويتكون أيدروبيروكسيدات فعالة جداً وهذه تدخل فى تفاعلات ثانوية معطية مخلوطاً معقداً من مركبات ذات وزن جزيئى منخفض وتشمل الألدهيدات والكيتونات والكحولات والأحماض والألكانات alkane والألكينات alkenes والألكاينات alkynes. وعادة يعتبر مستوى معين من المركبات الطيارة ضرورياً لإعطاء خواص لون ونكهة مميزة لكثير من الأغذية ولكن حيث أن كثيراً من المركبات الطيارة تعطى نكهات زنخة أو بائتة فإن توازناً مثالياً يحتاج أن يتحقق فى الغذاء.

تفاعل مايارد Maillard reaction

تفاعل مايارد ينتج عنه نكهات وعبير ومعدل التفاعل يزيد مع درجة الحرارة وإن كان لرقم جـيد والماء تأثير أيضاً حيث الماء ضرورى مع أقل معدل تفاعل على حوالى ٣٠٪ رطوبة ورقم جـيد القلوى ووجود منظمات الفوسفات والسترات يسرع من التفاعل.

ويحدث تفاعل مايارد فى ثلاثة أطوار:

الطور الأول: هو تفاعل تكثف بين مجموعة الكربونيل من الكربوايدرات المختزلة ومجموعة أمينو حرة من الحمض الأمينى أو البروتين ويتبع ذلك إعادة ترتيب للجليكوزيلامينات فى مركبات أمادورى Amadori وهذه التفاعلات قد تؤدى إلى فقد فى خواص البروتين ولكنها لاتسبب نكهات فى الأغذية.

والطور الثانى: يشمل تفاعلات مايارد متقدمة فتفاعلات معقدة (وطرق خارج نطاق هذا المتن). وهذه التفاعلات تعطى مركبات كثيرة مسئولة عن النكهة والنكهة الخارجية (غير المرغوبة) فى الأغذية. والنكهات الناتجة من تفاعلات مايارد يمكن أن تقسم إلى أربعة مجموعات رئيسية: حلقات غيرمتجانسة نتروجينية nitrogen heterocyclics وحلقات أينولينات cyclic enolenes والتى تعطى نكهات خاصة للأغذية المسخنة وكربونيلات أحادية وعديد الكربونيلات والتى تشمل نكهات إضافية أكثر تطايراً ليس من الضروري أن ترتبط بخواص المنتج.

والمرحلة النهائية من منتجات تفاعل مايارد تساهم بنكهات مرغوبة للأغذية المسخنة مثل الخبز والتوست ومنتجات الحبوب واللحم ...الخ. وهذه

النكـهات توصـف بأنـها مخبـوزة ونقليـة nutty ومحمصة وكارامل وعبير محروق ولكن حتى هذه فيمكـن إعتبارهـا نكـهات غـير مرغوبـة فـى بعـض الأغذية (مثل مذاق الكارامل المحروق فى اللبن المعامل بالحرارة).

اللطخ taints

أنواع أخرى من النكهات غير المرغوبة قد تنتج من تلوث المنتـج ممـا يـؤدى إلى لطـخ غـير مرغوبـة. ومدى المركبات التى تسـبب اللطـخ كبير ولكـن لطخة خاصة غير لطيفة والتى وجدت فى مدى من الأغذية هى "لطخة القط catty taint" وهذه تنتج عن تفاعل يتوقف على الحرارة مابين المركبات المحتوية علـى الكـبريت والموجـودة طبيعيـاً والكيتونـات غـير المشبعة مثـل أكسـيد الميزيتـايل mesityl oxide والـذى ينتشر مـابين كثير مـن المنتجات ذات الأساس المذيب.

ولطخـة القط catty taint وجـدت فـى منتجـات اللحم المعامل عندما خزن اللحم فى مخزن مبرد مطلى بمادة تحتوى أكسيد الميزاتايل mesityl oxide كملوث للمذيب. وكذلك وجدت فى لسان الثور والذى عُلِقَ على علاقات مغطاه بزيت حام وفى الخنزير الذى عبأ فى علب حيث لك القفل الجانبى كان قـد أذيـب فـى مذيـب غـير نقــى. ولطخـة القـط كانــت مشـكلة فـى بودنـــج الأرز حيث الصبغة dye المستخدمة فى دهان أكيـاس الأرز إحتـوت علـى آثـار مـن أكسـيد الميزيتـايل mesityl oxide والذى إلتقطه الأرز وتفاعل مـع آثار الكميات من كبريتيد الأيدروجين فـى اللـبن أثناء المعاملة.

القوام texture

يمكـن للتعليـب أن يحـدث تغـيرات مرغوبـة أو غـير مرغوبة فى قوام الأغذية خـلال تجلتن النشا ومسخ البروتين وتغيرات البكتين.

تجلتن النشا starch gelatinization: يبتـدىء تجلتن النشا على مدى من درجات الحرارة يتوقف علـى نـوع النشـا أى نسـبه الأميلـوز والأميلوبكتـين الموجودين وكذلك إتاحة الماء. وهذين المكونين للنشا يسلكان سلوكاً مختلفاً بالتعليب فالأميلوز يعطى محلـولاً معتمـاً ينعقـد إلى جـل متماسـك بالتـبريد والأميلوبكتين يكون عجيناً شفافاً ويبقى سائلاً عند التـبريد. وإنتفـاخ حبيبـات النشـا أثنـاء التعليـب أو العمليات الحرارية الأخرى بسبب تمزق فى الخلايـا وهـذه مع تجلتن النشا تعطـى طـراوة فـى القـوام وزيادة إستساغة المنتج، وأثناء تعليب الخضر يمكـن أن ينض leached out إلى الخارج ويجعله أكثر لزوجة أو عكارة مثل مايحدث فـى تعليـب البسـلة الناضجة.

تغيرات البكتين pectin changes : تعليب المواد النباتية يمكن أن يؤدى إلى فقد شبه نفاذية أغشية الخلايا وتذويب وتكسير المـواد البكتينية فى جدر الخلايا والرقائق المتوسـطة middle lamellae وينتج عـن ذلك إنفصال الخلايا الذى يسبب فقد القصافة crispness وتطريـة المنتـج. وهـذا تأثير

مرغوب يحسن من إستساغة الغذاء ولكن فوق المعاملة يمكن أن يؤدى إلى زيادة الطراوة فى الفاكهة والخضروات. والمعاملة على درجة حرارة عالية فى بعض الفواكه يمكن أن يؤدى إلى تماسك مقصود فى المنتج بتشابك البكتين كما فى التفاح والكريز.

مسخ البروتين protein denaturation: إستخدام الحرارة فى عمليات التعليب يجلب تغيرات فى التركيب الثالث للبروتين غالباً متبوعاً بمسخ يؤدى إلى تغيرات فى القوام. والروابط الأيدروجينية التى تحافظ على التركيبات الثانية والأعلا للبروتين تتمزق وتكون هيئة ملف إعتباطى سائد وهذا يؤثر على الذوبان ومطاطية ومرونة البروتينات. فبروتينات جبلة العضل والبروتينات الليفية العضلية sarcoplasmic & myofibrillar فى اللحم تتجمع أثناء المعاملة الحرارية وينتج عن ذلك تماسك القوام بينما بروتينات الكولاجين تصبح أكثر ذوباناً وتطرى بأخذها ماء.

اللون color

الكلوروفيل chlorophyll: يؤدى التقليب إلى تكسر مع إنتاج لون من أخضر براق إلى أخضر زيتونى فى الخضروات فيفقد الكلوروفيل أيون المغنيسيوم (مغ$^{+2}$ Mg^{2+}) ويتحول إلى فيوفيتين بالحرارة ورقم جـ$_{يد}$ المنخفض. وإضافة أملاح قلوية إلى سائل التعليب للمحافظة على رقم جـ$_{يد}$ من ٦,٢ – ٧,٠ مع درجة الحرارة العالية وكذلك معاملة بـ ح.ع.ز.ق HTST إستخدمتا فى التعليب لخفض تكسر الكلوروفيل.

صبغات الهيم haem pigments: اللون الأحمر فى اللحم ينتج عن الهيموجلوبين فى الدم والميوجلوبين فى العضل ولما كان معظم الدم يزال بعد الذبح فالصبغة الأساسية هى الميوجلوبين. والتعليب يسبب أكسدة الميوجلوبين لإنتاج فيرهيموكروماجين ferriheamochromagen والذى يعطى لون اللحم المطبوخ. وهذا التفاعل هو أيضاً تغير اللون الأساسى الذى يحدث فى تعليب السمك كما فى اللحم مثل التونا والاسقمرى. وزيادة التسخين قد تسبب تغيراً فى اللون إلى الأخضر كنتيجة لتفاعل الميوجلوبين مع كبريتيد الأيدروجين والذى ينتج من مسخ البروتينات الشديد مثل الذى يحدث نتيجة فساد الكائنات الدقيقة.

الكاروتينويدات carotenoids: الكاروتينويدات ذائبة فى الدهون وعدم تشبعها العالى وألوانها حمراء أو برتقالى أو صفراء. وهى معرضة للأكسدة والتشابه تحت ظروف الحرارة والـ جـ$_{يد}$ المنخفض مثل تلك المستخدمة فى التعليب.
وتوجد الكاروتينويدات معقدة مع البروتينات أو الأحماض الدهنية وهذا يحميها من الأكسدة. وكسر هذه المعقدات أثناء المعاملة يؤدى إلى تكسير الكاروتينويدات مما ينتج عنه تبييض أو تغير فى اللون.

وفـي القشـريات فـإن مسـخ الكـاروتينوبروتين carotenoprotein بالتسخين يطلق الكاروتينويد استازانثين astaxanthin والذى يغير اللـون مـن اللـون الطبيعـى الأزرق-الرصـاصى/الرمـادى إلى أحمر وردى pinky red. ويمكن أن يحدث نوعـان من التشابه سيس-ترانس وإيبوكسايد وهذا يؤدى إلى تخفيف بسيط فى اللون.

الأنثوسـيانينات anthocyanins: الأنثوسـيانينات صبغات ذائبة فى الماء لونهـا أحمر-بنفسجـى red-violet يمكن أن تشترك فى مدى متسع من التفـاعلات أثنـاء التعليـب. وإرتبـاط بـين الحـرارة والأكسجين يمكن أن يـؤدى إلى حلمـأة الروابـط الجليكوسيدية مما ينتج عنـه فقـد اللـون وتكويـن رواسب صفراء أو بنية ولكن رقم pH منخفض يعطى ثباتاً أكبر للـون. والألدهيـدات الناتجـة عـن تكسـر السكر أثناء التعليب وكذلك حمض الأسـكوربيك يمكنها إسراع تكسـير الأنثوسـيانينات. وفقـد هـذه الألـوان مشكلة خاصة فى تعليب الفواكـه الحمـراء مثل الفراولة.

والأنثوسـيانينات يمكـن أن تنتـج مـن المعاملـة الحراريـة اللوكوانثوسـيانيدينات leucoanthocyanidins مما يعطـى عيوباً مثـل عنب الثعلب الأحمر/الكشمش الشائك الأحمر red goose berries والفول الغامق dark broad beans. كمـا يمكـن للوكوانثوسـيانيدينات leucoanthocyanidins واللوكوانثوسـيانينات leucoanthocyanins يمكنها أن تكـون معقدات معدنية مع القصدير والحديد مـن العلبة مسببة تغيراً لونياً وردياً خاصة فى الكمثرى والخوخ وإزرقـاق الفاكهة الحمراء وتعليب الهليون فـى العلب المُلَكَة يمكـن أن يسبب تغيراً غامقاً فى اللـون ينتـج عـن تكون معقد بين البروتين والحديد.

تفاعل مايارد Maillard reaction: تفاعل مايارد يمكـن أن يسبب ألوانـاً غير مرغوبـة خاصـة تكـون اللون البنـى فى مختلف المنتجات. فتكـون اللـون البنى فى الفاصوليا البيضاء navy beans المعلبة فـى صلصـة الطمـاطم هـو نتيجـة تكـون الميلانويدينـات خـلال تفـاعل مايـارد. والميلانويدينـات مسئولة أيضاً جزئيـاً فـى التلـون الطبيعى فى المشمش المعلب. وتكون اللـون البنى أثنـاء تعليـب السـمك ذى اللحـم الغـامق مثـل الاسقمرى والتونـا ليس ذو أهمية كبرى ولكن فى لحم السمك الأبيـض هـذا التغير فـى اللـون هـو مشكلة أساسية ولذا فإن السـمك الأبيـض لايعلـب روتينياً. وتعليب اللبن يمكـن أن يـؤدى إلى لطخـة بنية ولكن الكريمة أقل تأثراً.

بيتالينات betalains: البيتالينات ذائبة فـى المـاء وتنشـق إلى مجموعتـين: بيتاسـيانينات betacyanins حمـراء وبيتازانثينـات betaxanthins صفـراء. وأهـم صبغـة فـى هـذه المجموعة هى البيتانين وهـى الصبغة الحمراء فى البنجـر والتـى تسـتخدم كثـيراً كملـون طبيعـى. والبيتانين معرض للأكسدة أثناء التعليب مما يـؤدى إلى فقد اللـون ولـو أن هـذا لايلاحـظ بسـبب كـثرة اللون الموجود وقد يؤدى إلى تكون لـون بنى غير مرغوب.

التغيرات في الخواص الغذائية للأغذية

changes in the nutritional properties of foods

الرطوبة moisture

تحرك الماء والمواد الصلبة أثناء التعليب يمكن أن يسبب تغيرات رئيسية في الحالة الغذائية. وإذا استهلكت جميع مكونات العلبة فإن هذه التغيرات يمكن تجاهلها ولكن إذا أهمل أو رمى سائل التعليب فإن تأثيرات التخفيف والتجفيف وفقد المواد الصلبة الكلية يجب أن تؤخذ في الإعتبار. والتخفيف أو التجفيف dehydration يؤثر على المكونات النسبية للمكونات الأخرى في الغذاء بينما المغذيات الذائبة يمكن أن تنضح إلى السائل (الجدول٢).

جدول (٢): تأثير المعاملة الحرارية على المكونات الغذائية.

المغذى	الأثـــــــــــر
الماء	فقد المواد الصلبة الكلية في السائل والتخفيف والتجفيف.
البروتينات	تثبيط الإنزيمات وفقد بعض الأحماض الأمينية الضرورية وفقد الهضمية أو تحسينها.
الكربوايدرات	تجلتن النشا وزيادة الهضمية ولايوجد تغير ظاهر في محتوى الكربوايدرات.
ألياف غذائية	عادة لايوجد فقد في القيمة الفسيولوجية.
الدهون	تحويل الأحماض الدهنية السيس إلى أحماض دهنية ترانس بالأكسدة وفقد في نشاط الأحماض الدهنية الأساسية.
الفيتامينات القابلة للذوبان في الماء	فقد كبير في فيتامينات ج و ب, نظراً للنض والتكسر الحراري وزيادة إتاحة البيوتين وحمض النيكوتينيك كنتيجة لتثبيط الإنزيمات.
الفيتامينات القابلة للذوبان في الدهن	عادة ثابتة ضد الحرارة والفقد من أكسدة الدهون.
المعادن	فقد ناتج عن النضح وإحتمال زيادة في الصوديوم والكالسيوم بالأخذ من سائل التعليب.

البروتينات proteins

تسخين البروتينات في التعليب يسبب مسخ وتمزيق الروابط الأيدروجينية والروابط غير التساهمية الأخرى مما يؤدي إلى تغيرات في تكييف conformation البروتينات. ودرجة المسخ تتوقف على مستوى المعاملة الحرارية ولكن من الممكن أن يحدث هذا بالأكسدة أو التفاعل مع مكونات الغذاء الأخرى مثل السكريات المختزلة ومنتجات أكسدة الدهون. والمستوى الكلي للبروتين الخام عادة لايتأثر بالتعليب ولكن يمكن أن تحدث تغيرات مرغوبة وغير مرغوبة في القيمة الغذائية والإتاحة. والتسخين البسيط للبروتينات يؤدي إلى

تغيرات في التركيب الثالث للبروتين والذى له تأثير غذائي بسيط وإن كان هناك فقد في الذوبان. أما بالتسخين الأكثر شدة كما في تعليب الخضر فإنه ينتج عنه تفاعل مايارد وفقد في جودة البروتين وهذه التفاعلات تجرى أساسا بين الليسين والسكريات وتسبب فقدا في إتاحة الليسين بالتشابك مع فقد حتى ٤٠٪ كما يحدث في البطاطس. وتعليب اللحوم يؤدى إلى نقص في إتاحة الليسين والأحماض الأمينية الضرورية الأخرى المحتوية على الكبريت وقد تؤدى إلى نقص في هضمية اللحم.

والفقد في إتاحة البروتين الذى يحدث تحت ظروف تعليب عادية عادة صغير وغير هام غذائيا لمعظم الناس في البلاد النامية حيث الليسين نادرا مايكون الحمض الأميني المحدد في الغذاء. والتعليب قد يؤدى إلى تحسين إتاحة البروتين وهضميته بمسخ عوامل مضادة للهضم وبمسخ البروتينات. وتسخين اللبن ينتج عنه بروتينات تترسب بأحماض المعدة كجسيمات مشتتة رقيقة مما يجعل المهاجمة بالإنزيمات الهاضمة أكثر تأثيرا عن اللبن الخام. وهذا يعزز تكوين روابط ثانى الكبريتيد disulphide bonds مثل بين β-لاكتوجلوبيولين والـ K-كازين مما يؤدى إلى ثبات أكبر للـ β-لاكتوجلوبيولين الغير ثابت عادة. وتعليب البقول يحسن من هضميتها بفك unfolding جلوبيولينات البذرة الرئيسية كما يُزيد من الإتاحة الغذائية خاصة للأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت بتثبيط مثبطات التربسين.

الدهون lipids

القيمة الغذائية لمحتويات الدهن في الأغذية عادة لاتتأثر جوهريا أثناء المعاملة الحرارية العادية. وتفاعلات الحلمأة والتي ينتج عنها إنفصال الأحماض الدهنية عن الجليسرول قد تحدث ولكن هذا لايؤثر على القيمة الغذائية للدهن حيث الأحماض الدهنية الناتجة متاحة للهضم. والدهون المشبعة ثابتة نسبيا ولكن الدهون غير المشبعة معرضة للأكسدة عندما تسخن في وجود الأكسجين أو الهواء. ويمكن منع الأكسجين أو إستخدام مضادات الأكسدة بحيث أن الفقد في القيمة الغذائية للدهون يصبح غير جوهرى. ومعظم تأثيرات تفاعلات أكسدة الدهون تتصل بنكهة الأغذية ولكن يمكن أن ينتج عنها تغيير الأحماض الدهنية السيس *cis* إلى أحماض دهنية ترانس *trans* والطاقة واحدة ولكن الأحماض الدهنية الترانس لاتمتلك نشاط الأحماض الدهنية الأساسية. وإتاحة الفيتامينات القابلة للذوبان في الدهن أ و د و ئي وكذلك فيتامين ج والفولات يمكن أن تنقص أثناء أكسدة الدهون.

الكربوايدرات carbohydrates

بالتعليب يمكن أن تتفاعل السكريات المختزلة مع البروتينات خلال تفاعل مايارد مما يسبب فقدا في بعض الأحماض الأمينية. والتأثيرات الأخرى تشمل زيادة الإتاحة الحيوية للحديد خلال تعقيده مع جزيئات السكر وتكسير الفاكسينين vaccinin وهو إستر سكر طبيعي في قمام المناقع لإنتاج حمض بنزويك والذى يعمل كمادة حافظة.

وتجلتن حبيبات النشا يحسن من القوام وبالتالي إستساغة الغذاء كما يساعد في هضمية الغذاء خاصة البطاطس والأرز.

والألياف الغذائية والتي تتكون أساساً من السيليولوز فهو والسكريات العديدة الأخرى (هيميسيليولوز وبكتينات) مسئولة عن قوام وتركيب النبات. والتعليب لايؤثر على مستويات الألياف الغذائية الكلية.

وعلى ذلك فمستويات الكربوايدرات الكلى والمتاح وجد أنها لاتتأثر أثناء تعليب الفاكهة والخضر.

المعادن minerals

عادة مستويات المعادن الكلية لاتتأثر عامة عكسياً بالتعليب لأنها ثابتة نسبياً تحت ظروف من الحرارة والحمض والقلوى. ولكن المعادن معرضة لتغيرات في الإتاحة الحيوية نظراً لتفاعلات بين مكونات الغذاء. فإتاحة الحديد الحيوية قد تُعَزَّز أثناء التعليب في وجود فيتامين ج أو سكريات مختزلة والتي تكون معه معقدات متاحة. ولكن الأكسالات والتي توجد طبيعياً في كثير من الأغذية الحمضية يمكن أن تثبط إتاحة الكالسيوم الحيوية.

والتغيرات الرئيسية التي تحدث في مستويات المعادن بالتعليب تتسبب من الحركة بين الغذاء وسائل التعليب. وبعض المعادن خاصة الصوديوم والكالسيوم يمكن أن تؤخذ بواسطة الغذاء من سائل التعليب وهذا يظهر عند تعليب الخضر في المأج. والمعادن أيضاً يمكن أن تنض من الغذاء إلى سائل التعليب فالبوتاسيوم معرض للنض مع فقد مابين ١٥٪ و ٥٠٪ في تعليب الخضر بينما الخارصين والمنجنيز والكوبالت معرضة أيضاً للنض.

وتخزين الخضر المعلبة لايظهر أى تغيرات جوهرية في الصوديوم والكالسيوم ولكن يحدث نض في البوتاسيوم والخارصين (الجدول ٣).

جدول (٣): محتوى المعادن (مجم/١٠٠جم على أساس الوزن الرطب) في البسلة المطبوخة والمعلبة.

العينة	الكالسيوم	الصوديوم	البوتاسيوم	الخارصين	الحديد
طازة	٤٨	٦٥	١٧٩	٠,٨٢	١,٤
وقت إبتداء العملية	٤٧	٣٢٠	١٥٢	١,٠	١,٤
معلب ومخزن					
٣ أشهرد	٤٠	٣١٥	٧٩	٠,٧٢	١,٣
٦ أشهر	٣١	–	٨٢	٠,٤٤	٠,٩
٩ أشهر	٢٨	٢٩٥	٨٤	٠,٥٣	١,٥
١٢ شهر	–	٢٨٠	١٠٨	٠,٥٥	١,٢

الفيتامينات vitamins

الفيتامينات القابلة للذوبان في الدهون أكثر ثباتاً عن الفيتامينات القابلة للذوبان في الماء ولكن الفقد يحدث خلال الأكسدة. والكاروتينويدات خاصة معرضة للأكسدة أثناء المعاملة الحرارية ولكن هذا يمكن خفضه كثيراً بإضافة مضادات أكسدة. والفقد في الفيتامينات القابلة للذوبان في الماء يمكن أن يكون كبيراً والأكثر تعرضاً هو فيتامين ج الذي يفقد خلال: ١- الأكسدة التي يمكن أن تحدث في الأطوار المبكرة للعملية الحرارية قبل

تثبيط أكسيد الأسكوربيك. ٢- تهدم كيماوى مثل الفقد الناتج عن تفاعلات تكون اللون البنى/ الأسمر غير الإنزيمية فى منتجات الفاكهة. ٣- خلال النض إلى سائل التعليب وهو أهم الأسباب ومستوى فيتامين ج المتبقى قد يكون ٢٠٪.

والثيامين هو أكثر فيتامينات ب حساسية للحرارة خاصة تحت ظروف قلوية والتهدم الحرارى للثيامين شمل شق كوبرى الميثيلين وهذا يعطى منتجات متطايرة كثيرة. وهو فى وجود سكريات مختزلة يشارك فى عملية تكوين اللون البنى/ الأسمر غير الإنزيمية كما أنه يتفاعل مع الألدهيدات فى وجود فيتامين ج. كما أنه يفقد خلال النض ويبقى ٦٠ - ٩٠٪ منه. أما حمض الفوليك فيفقد من خلال التهدم الحرارى والأكسدة ولو أنه يثبت فى وجود فيتامين ج بينما البيرودوكسين يفقد خلال التهدم الحرارى والنض. والفقد فى هذين الفيتامينين يتراوح مابين ٣٠ - ٨٠٪. والفقد فى تعليب اللحم يمكن أن يكون حتى ٩٠٪. والريبوفلافين وحمض النيكوتينيك ثابتين ضد الحرارة نسبياً ولكن فقد مابين ٢٠ - ٥٠٪ فى تخزين اللحوم المعلبة. وفى الخضروات والفاكهة تراوح الفقد مابين ٢٥ - ٧٠٪ وتعزى إلى النض. وهما يبقيان فى معاملة اللبن جيداً ولكن الريبوفلافين يفقد من اللبن المعبزج نظراً لحساسيته للضوء.

والتسخين الحرارى البسيط له تأثير جيد نظراً لتثبيط الإنزيمات وتكسير عوامل الربط مما يزيد من الإتاحة الحيوية للفيتامينات مثل البيوتين وحمض النيكوتينيك. ويجب مقارنة الأغذية المعلبة مع تلك الطازجة أو المجمدة. ولمعظم الأغذية فعملية التعليب تحل محل عملية الطبخ التقليدية وأى إعادة تسخين ليس لها تأثير كبير جوهرى. والفقد فى المغذيات الحساسة للحرارة مثل الفيتامينات يمكن أن يكون جوهرياً ولكن لما كانت المنتجات المعلبة عادة تنتج من مواد فى طور نضجها الأمثل وبعد الجمع مباشرة فالمستويات عادة عالية مثل المواد "الطازة" المشتراة من السوق ومحضرة فى المنزل. (Macrae)

الطاقة المستخدمة فى التعليب

بصفة عامة ففى مصنع تعليب خضر فاكهة ينتج ٣,٦ مليون علبة فى الأسبوع فإن الطاقة المستخدمة هى حوالى ٠,٨ كجم بخار/كجم من المنتج. وفى مصنع لحوم هى حوالى ١ كجم بخار /كجم من المنتج. ويمكن التعبير عنها كهربياً بـ ٠,١ كيلوات/ ساعة/كجم لمصنع الخضر والفاكهة، ٠,٢٢ كيلوات/ ساعة/كجم لمصنع اللحوم نظراً لإستخدام مكن الهرس comminuting ولمتطلبات التخزين البارد فى مصانع اللحوم. (Hui)

علج

المعالجة curing

المعالجة بالتمليح إستخدمت أصلاً لحفظ اللحم وقد أكتشف أن الملح إحتوى شوائباً أساسا ملح البارود - نترات البوتاسيوم - وهذه أعطت نكهة ولون خاصين.

والمصطلح "المعالج cured" يستخدم لعدد كبير من المنتجات ولو أن معناه يختلف من بلد إلى

آخر. ومنتجات اللحوم المعالجة عادة تفهم بأنها معاملة بالملح والنترات و/أو النتريت ولكنها أيضاً تشمل منتجات معرضة لعملية إنضاح طويلة أو تعمير/تعتيق ageing حيث تفاعلات كيموحيوية بروتيولوتية وليبوليتية/دهنية قد أنتجت نكهة مميزة.

مكونات المعالجة ووظائفها
curing ingredients & their functions

الملح والنترات و/أو النتريت هي مكونات المعالجة الرئيسية. فالملح أساس كل مخاليط المعالجة ووظيفته قاتل للبكتيريا ولكنه أيضاً يؤثر على النكهة ويزيد من ذوبان البروتين وكذلك مقدرة ربط الماء وهذه مهمة جداً في كل منتجات اللحم المطبوخة. وقد تصل نسبته في منتجات اللحم إلى ٣٪ ولو أن هذه النسبة ليست عالية بدرجة كافية للقتل الكامل للبكتريا ولذا تستخدم طرق أخرى للحفظ مثل التبريد أو التجفيف أو الحموضة أو الطبخ أو التدخين. وقد يسبب الملح تأثيرات غير مرغوبة فهو قد يسبب إسراع في عملية أكسدة الصبغات والدهون مما ينتج عنه ألوان غير مرغوبة ومذاق زنخ. والنترات والنتريت تمنع هذه التغيرات والنتريت هو العامل النشط في مخلوط المعالجة. والنتريت قد يكون جزءاً من مخلوط المعالجة ولكن يمكن أن يولد خلال النترات بإختزال النترات بتأثير نشاط البكتريا الموجودة طبيعياً أو بتأثير بادئات مضافة. وأيون النتريت (ن أ$_{٢}^{-}$) متفاعل جدا وقد يعمل على الأكسدة أو الإختزال تبعاً للظروف. وفي الأنظمة البيولوجية حيث هناك حموضة خفيفة (جيد ٥,٥ – ٦,٢) وهو الحال في العضل بعد الموت فإن كمية صغيرة من النتريت المضاف كملح صوديوم أو بوتاسيوم يتحول إلى حمض نيتروز. وهذه الأيضة يمكن أن تشترك في كثير من التفاعلات الكيماوية مع مكونات اللحم ويتوقف على جيد ودرجة الحرارة وجهد الأخسدة redox potential ووجود مواد مضافة. وفي معالجة اللحم جزء كبير من النتريت المضاف يختفي كنتيجة لتفاعل حمض النتروز مع البروتينات ومكونات اللحم الأخرى

ر ك يد ن يد$_{٢}$ ك أ أ يد + يد أ ن أ ←

ر ك يد أ يد ك أ أ يد + ن$_{٢}$ + يد$_{٢}$ أ   (١)

ومعادله فان سلايك Van Slyke حيث يتفاعل α أحماض أمينية هي آلية رئيسية لإختفاء النتريت وهذا يتوقف على ظروف المعاملة حيث يمثل ذلك مابين ٣٠ – ٥٠٪ من الكمية المضافة أصلاً. وحمض النتروز المنتج من النتريت المضاف قد يتهدم في وجود ظروف مناسبة للإختزال

٣ يد أ ن أ ⇌ يد ن أ$_{٣}$ + ٢ ن أ + يد$_{٢}$ أ   (٢)

وأهم تفاعل في المعالجة هو تكون أكسيد النتريك (ن أ NO) والذى يتفاعل مع صبغة اللحم الميوجلوبين مما يعطي اللون المميز لمنتجات اللحوم المعالجة.

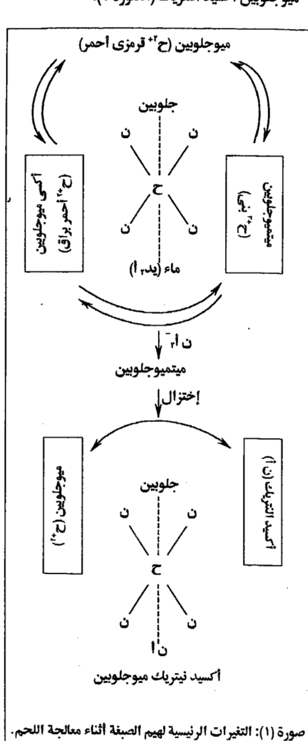
وتضاف النترات كملح الصوديوم أو البوتاسيوم والذى يتحول إلى نتريت بواسطة البكتيريا عن طريق نشاط ردكتاز النترات والذى يوجد طبيعياً في اللحم أو يضاف كيماوياً كمزارع بادئات عادة من العائلة Micrococcaceae.

وتستخدم مواد أخرى للمساعدة في المعالجة مثل السكريات وحمض الاسكوربيك وحمض الاريثوربيك erythorbic أو أملاحهما الصوديومية والفوسفات وعوامل التنكيه ومعززات النكهة. ففي بعض البلاد يضاف السكر - السكروز أو الجلوكوز - على تركيزات ٢٪ وهي تعمل على تخفيف تأثير الملح كما أنها تعمل كمواد فعالة ممتازة لنمو البكتيريا في معالجة السجق الجاف مثلاً. ويعمل حمضا الاسكوربيك والاريثوربيك دوراً هاماً في تطور اللون لأنهما يساعدان في تكوين أكسيد النتريك وفي إختزال الميتميوجلوبين إلى ميوجلوبين ويثبتان اللون والنكهة كنتيجة لعملهما كمضادين للأكسدة وفي النهاية يخفضان من معدل تكون النتروزامينات nitrosamines في منتجات اللحوم المعالجة. وفي بعض البلاد يتطلب إضافة حوالي ٥٠٠ جزء في المليون للسبب الأخير. وتضاف الفوسفات لتذويب بروتينات اللحم وتزيد من مقدرة الإحتفاظ بالماء. وهذا مهم جداً عندما يزداد إتاء منتجات اللحوم المعالجة بالطريقة المبتلة. وأقصى تركيز حوالي ٣٠٠٠مجم من فو٢أ٥/كجم. والمواد المذكورة السابقة لها نشاط مضاد للأكسدة يحسن اللون والنكهة. ويضاف عوامل التنكيه ومعززات النكهة أحياناً مثل التوابل أو محملآت البروتين لتعزيز نكهة خاصة.

تأثير المعالجة على بروتينات اللحم
effect of curing on meat proteins

تطور اللون color development

يتوقف لون اللحم الطازج على حالة أكسدة الحديد والشق المتصل بمجموعة الهيم في صبغة الميوجلوبين. وعندما تضاف النتريت يحدث تفاعلات كيماوية معقدة وعديدة وفي النهاية يؤدي ذلك إلى تطور تكون صبغة اللحم المعالج نتروزوميوجلوبين nitrosdomyoglobin أو ميوجلوبين أكسيد النتريك (الصورة ١).



صورة (١): التغيرات الرئيسية لهيم الصبغة أثناء معالجة اللحم.

ولو أن هذه التفاعلات درست إلا أنها غير مفهومة تماماً لأن اللحم مادة تفاعل معقدة. ولكن يمكن القول أن هناك خطوة وسطية في تكوين صبغة الميتميوجلوبين metmyoglobin (شكل الحديديك من الحديد ح$^{3+}$) كنتيجة لأكسدة الصبغة بالنتريت ثم يختزل الميتميوجلوبين ويرتبط بأكسيد النتريك والذي يستبدل جزيء الماء المرتبط بالحديد في مجموعة الهيم مما يعطي صبغة ذات لون أحمر براق (شكل الحديدوز في الحديد ح $^{2+}$). وهذا الجزيء يسمى نيتروزوميوجلوبين nitrosomyoglobin أو أكسيد نيتريك الميوجلوبين هو الصبغة المرغوبة في اللحوم المعالجة ولاتزال آلية تكوينها غير واضحة وتحت تأثير الحرارة تتكون صبغة نتروزوهيموكروموجين nitrosohaemochromogen وهذا مرغوب فيه وهي صبغة وردية مميزة لمنتجات اللحم المعالجة المطبوخة. ومجموعة الهيم في الصبغات يمكن أن تتهدم بواسطة فعل البكتيريا أو أكسدة ضوئية كيماوية وينتج عنها تكون بروفيرينات prophyrins (مزالة اللون أو خضراء أو صفراء) ممثلة منتجات اللحم الفاسد.

تثبيط البكتيريا bacterial inhibition

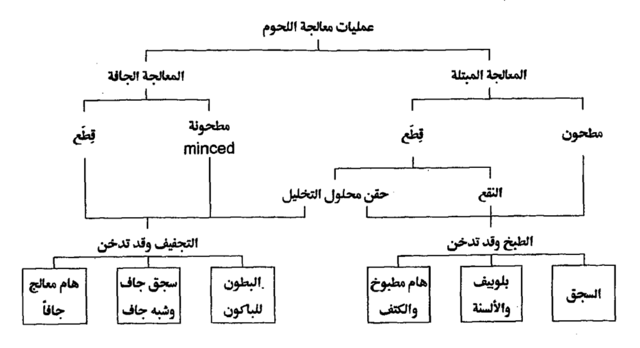
تختلف البكتيريا في حساسيتها للنتريت. فالبكتريا الموجبة لجرام مثل جنس *Lactobacillus* وعائلة Micrococcaceae والتي تلعب دوراً هاماً في تخمر السجق هي مقاومة أكثر للنتريت. وعلى ذلك فالنتريت مهم جداً في تصنيع السجق المعالج لأنه يساعد في إختيار فلورا تخمر كافية. ولكن أهم وظيفة للنتريت هي تثبيط نمو وإفراز زعاف الـ *Clostridium botulinum* وأقل مستوى مطلوب هو ١٢٠مجم/كجم. والعملية التثبيطية غير مفهومة تماماً ولكن يعتقد أن النتريت يتفاعل مع مكونات من أيض الخلية. كما تلعب العوامل الأخرى مثل تركيز الملح و جيد وجهد الأخسدة ونشاط الماء والمعاملة الحرارية وظروف التخزين أدواراً هامة في تثبيط البكتيريا.

تأثيرات النكهة flavor effects

يساهم النتريت في تطور نكهة اللحوم المعالجة. وكل نوع منها له خواصه المميزة. كما أن عدة مواد مثل عوامل التنكيه أو معززات النكهة والتي تضاف والمعاملة مثل التدخين تساهم جوهرياً في النكهة أيضاً فنكهة المعالجة هي نتيجة عدة مكونات. والنتريت يؤدي مساهمة هامة في نكهة المعالجة بتأخير تطور التزنخ التأكسدي كما أنه يمنع نكهة فوق التدفئة (ن.ف.د WOF) wormed-over flavor وهي نكهة أكسدة غير مرغوبة في تخزين اللحوم المطبوخة الخالية من النتريت. وهذه التأثيرات غالباً ماتكون من نفس التفاعل الذي هو مسئول عن تكون اللون. وتفاعل النتريت مع حديد الهيم يتجنب تَكَوُّن حديد الحديديك والذي يعتبر أهم حفاز في اللحم لأكسدة الدهون.

• عمليات المعالجة والتطبيقات
curing processes & applications

منتجات اللحم المصنعة من القطع الأولى الكاملة (الهام والكتف والبطن bellies) تسمى معالجة ومع ذلك السجق – بالرغم من أنه معالج – يقسم وحده. ومع ذلك ومن وجهة نظر عامة فهناك طريقتان رئيسيتان لعمليات المعالجة: المعالجة الجافة dry curing والمعالجة المبتلة أو معالجة التخليل wet or pickle curing (الصورة ٢). وعمليات المعالجة الأخرى إرتباطات أو تحويرات لهذه العمليات.



صورة (٢): أهم عمليات معالجة اللحم

المعالجة الجافة dry curing

هذه هى أقدم الطرق وتستخدم مخلوطاً من مكونات المعالجة (أساساً الملح والنترات و/أو النتريت والسكريات) وتدعك على سطح اللحم. والمعالجة الجافة تستخدم بدون إضافة أى ماء وعلى ذلك فعوامل المعالجة تذوب فى الرطوبة الأصلية الموجودة فى اللحم وهى تخترق بالنفاذ. ودرجة الحرارة فى غرفة المعالجة أثناء التمليح يحتفظ بها على ٢-٤°م لمدة من الزمن تتوقف على خواص القطع وعادة ١-١,٥ يوم/كجم. وبعد إنتهاء المعالجة فإن الزيادة تغسل ويوضع اللحم تحت التبريد (٢-٤°م) لمدة ٢٠-٤٠ يوماً ليتساوى الملح والغرض الحصول على توزيع متجانس للملح خلال قطعة اللحم. ثم توضع القطع فى غرف تجفيف طبيعية أو مبردة وتنضج (تعتق) لمدة لاتقل عن ٦ أشهر وأحياناً حتى ١٢ شهراً أو أكثر. وتختلف درجة الحرارة مابين ١٤، ٢٠°م على رطوبة مابين ٧٠ – ٩٠٪. وتحدث تفاعلات كيماوية حيوية معقدة

أساساً بروتيولوتية أو ليبوليتية/دهنية وتتكون نكهة مميزة. وقد تدخن بعض المنتجات بعد التمليح وتعتق لمدة ١-٣ أشهر.

والمعالجة الجافة للحوم المطحونة تستخدم لتصنيع السجقات بالمعالجة الجافة المتخمرة فتحفظ مكونات ومساعدات المعالجة مع اللحم المطحون ثم تحشى في مصارين الخنزير أو العجل أو أوعية صناعية مصنوعة من كولاجين مكون مرة ثانية. وتوضع السجقات في غرف تجفيف طبيعية أو مبردة على ٢٠ – ٢٣°م لمدة حوالي يومين لتشجيع فلورا الكائنات الدقيقة على النمو وهي المسئولة عن الإنضاج. وتؤيض السكريات إلى حمض لاكتيك وينخفض رقم جيد إلى ٤,٥ – ٥ وهذا الرقم قريب جداً من نقطة التكاهر لبروتينات اللحم. وبذا يتم تحقيق ثلاثة أغراض: ١- إنتقاء فلورا الكائنات الدقيقة والتخلص من الكائنات الدقيقة الممرضة. ٢- خفض مقدرة البروتينات على الإحتفاظ بالماء مما يساعد التجفيف. ٣- تجميع البروتين مما يعطي السجق قواماً خاصاً مميزاً. وطول مدة الإنضاج – وتتوقف على المنتج وقطره – وتأخذ عادة ٢٠ يوماً (الطريقة السريعة) إلى ٩٠ يوماً (الطريقة البطيئة). وتتراوح درجات الحرارة عادة من ١٤ – ١٦°م ونسب الرطوبة من ٧٠ – ٩٠٪. وبعض البلاد تدخن سجقاتها.

المعالجة المبتلة wet curing

مكونات العلاج والمساعدات هي أساساً مثل المعالجة الجافة فيما عدا أنها تذاب في الماء لتكون "مخللاً" أو محلولاً pickle or brine والذي يُستَخْدَم في إختراق محلول المعالجة داخل اللحم. وتضاف عادة الفوسفات للمساعدة على الإحتفاظ بالماء وتزيد من الإتاء. وتستعمل طريقتان: نقع المحلول وحقن "المخلل". وفي نقع المحلول فإن قطع اللحم تغمس في محلول المعالجة حتى يخترق العلاج كل قطعة اللحم. وهذه العملية بطيئة وإذا إستخدمت قطع كبيرة فإن الفساد يمكن أن يدب وعلى ذلك فإستخدامها الأساسي في إنتاج قطع صغيرة كالبولوبيف والألسنة ...الخ. وفي حقن المخلل pickle injection فإنه يسمح بإنتشار العلاج السريع والموحد خلال كل القطعة. ويمكن إجراؤها بطرق مختلفة مثل الضخ في الشرايين وضخ الغرز stitch pumping وضخ حقن الإبرة المتعددة. وهناك ثلاث خطوات هامة: ضخ حقن الإبرة المتعددة multiple needle injection pumping والمقلبات الميكانيكية للماساج لإسراع وتحسين أخذ المحلول وقسم التعبئة حيث تحشى أو تقولب قبل الطبخ. وعند إنتاج الباكون فهناك تحويراً مهماً يشمل عدم إجراء الماساج وبدلاً منه يسمح للقطع بأن تجف لمدة قصيرة و/أو التدخين.

وفي حالة المعالجة المبتلة للحم المطحون فإن مكونات المعالجة والمساعدات تضاف مباشرة إلى اللحم والدهن وتخلط في المنتجات عند تحضير العجينة أو المستحلب ويضاف الثلج للمخلوط ليبرد عجينة اللحم إلى ما بين ٥ و ١١°م مما يسمح بإستحلاب الدهن ويمنع مسخ البروتين والذي قد يكسر المستحلب. ومستحلب اللحم يُحْشَى في

أوعية سيليولوز أو لدائن أو كولاجين معاد التكوين وتعامل حرارياً وربما دُخِنَت.

الأهمية الغذائية

منتجات اللحم المعالجة لها أهمية غذائية وترجع أساساً إلى محتواها العالي (حتى ٣٠٪ في الهام المعالج جافاً) من البروتين عالي الجودة البيولوجية. ولكن مشكلة النتروزأمين الذى هو مسرطن ويجرى البحث الآن لتحديد المولدات (نترات ونتريت والأمينات) والنتروزأمينات الطيارة ومركبات النتروزو غير الطيارة. وقد وجدت النتروزأمينات في الباكون فقط بعد التحمير فوجد ن-نتروزوبيرولِيديـن *N*-nitrosopyrolidine و ن-نتروزو ثنائى ميثيلامين *N*-nitrosodimethylamine ولكن بمستويات منخفضة ١-٢٠، ١-١٠ ميكروجرام/كجم بالتتابع. وفى أنواع أخرى من منتجات اللحم المعالج حتى بعد التحمير لم يوجد أى نتروزوأمينات ربما لأن هذه المنتجات لم تجفف تماماً كما حدث مع الباكون المحمر. وهناك محاولات لإستبدال النتريت ولكن لايوجد بديل مؤثر لتثبيط نمو *C. botulinum*.

لوائح المعالجة الدولية

international curing regulations

بسبب النتروزأمين تحدد فى الولايات المتحدة أقصى مستوى من نتريت الصوديوم ونتريت البوتاسيوم فى الباكون بـ ١٢٠ - ١٤٨ جزء فى المليون بالتتابع وإدخال ٥٥٠ جزء فى المليون من الاسكوربات أو الاريثوربات erythorbate لتثبيط النتروزأمين يوصى به. والنترات لايسمح بها فى الباكون وتستخدم فى منتجات اللحوم المعالجة جافاً. والميل هو إستخدام النتريت فى عمليات المعالجة المبتلة فقط وأن يعتمد على النترات فى المعالجة الجافة. وغالباً فإن إستخدام النترات والنتريت سيسمح به فقط فى المنتجات حيث إنتاج النتريت يكون بطيئاً ويحتاج إليه فى الإحتفاظ باللون ويقدر أن أقصى مستويات الإدخال هو ١٥٠ جزء فى المليون لنتريت الصوديوم و ٣٠٠ جزء فى المليون لنترات البوتاسيوم.

(Macrae)

علق

توت العليق — raspberry

أنظر: العليق

علك

علاك — chewing gum

العلك chicle

إفراز صمغى يستخدم فى إنتاج العلاك chewing gum ويوجد فى لحاء شجرة مستديمة الخضرة تسمى تشكيل.

الإسم العلمى — *Achras zapota* L.

الفصيلة/العائلة: سبوتيات — Sapotaceae

الناتج نسل latex يجمع ويغلى بعناية لإزالة الرطوبة الزائدة وعندما تصل نسبة الرطوبة إلى ٣٣٪ يزال ويشكل فى قوالب. والتشيكل/العلك يحتوى راتنج وأرابين arabin وجوتا gutta وسكر وكالسيوم وأملاح مختلفة ذائبة. ولتكريرة يكَسَّر ويغسل بقلوى قوى ويعادل بفوسفات الصوديوم

الحمضية ثم يعاد غسله ويجمع ويسحق فينتج مسحوق باهت غير متبلر لايذوب في الماء ويكون عجينة ملتصقة عندما يسخن.

إنتاج العلاك: هذا نوع خاص من الحلويات يتكون من شبكة من نسل غير ذائب أو صمغ طبيعي أو صناعي يحتوى طوراً غير مستمر ويضاف إليه محليات ومطريات ونكهات وألوان ومواد مضافة أخرى. وعند مضغ الخليط فإن جيوباً مجهرية من النكهة تتعرض تدريجياً للعاب وتذوب. ويستخدم الآن جيلوتونج jelutong وسورفا sorva بدلاً من العلك chicle. كما تستخدم راتنجات صناعية؛ فخلات عديد الفينايل ومطاط صناعي من نوع عديد الأيزوبرين polyisoprene وشموع عديد الإيثيلين واسترات الراتنج.

وتبتدىء عملية إنتاج العلاك بخلط كتل من الصمغ (غالباً تنتج مع بعض المكونات السائلة) ومكونات أخرى في خلاط له جاكته بخار وذو أنصال من نوع سيجما والتركيبة: ١٩,٤٪ قاعدة صمغ و ١٩,٨٪ شراب ذرة و ٥٩,٧٪ سكر مسحوق و ٠,٥٪ جليسرين و ٠,٦٪ نكهة. ويخرج المخلوط على ١١٣ - ١٣١°ف (٤٥ - ٥٥°م) على هيئة أرغفة تزن ٨-١٠ رطل (٣,٦ - ٤,٥ كجم). وبعد التبريد يمرر الصمغ خلال أزواج من إسطوانات بالتتابع لتقليل الثخانة تدريجياً. وقد يستخدم سكر مسحوق على السطح لمنع الإلتصاق والإسطوانات الأخيرة تعمل منه عصيان stick وتقطعه في شكل صفائح والتي توضع على صواني وتهيىء على ١٥ - ١٨°م و ٤٥ - ٦٠٪ نسبة رطوبة لمدة ٢٤ - ٤٨ ساعة وفي خط التعبئة تكسر الصفائح إلى عصيان وتلف وتعبأ والعملية مستمرة.

أما صمغ الفقاعات buble gum فله قاعدة تركيب مختلفة ولايحتاج تهيئة ويحجم إلى حبال وهذه تقطع مباشرة إلى كور أو قطع أخرى.

(ومصادر أخرى Macrae)

عنب

عنب grapes

الإسم العلمي	*Vitis* sp.
الفصيلة/العائلة: كرمية	Vitidaceae

الجنس *Vitis* يمكن أن ترسم خطوطه الكبرى بعدد الكروموزمات ٢ن=٣٨. وهو يوجد في الجزء المعتدل من النصف من الكرة الأرضية مع بعض الأنواع وصلت جنوباً إلى المناطق الإستوائية.

ومن الأنواع الكثيرة في *Vitis* ، الفينيفيرا *vinifera* يعطي الذروة ويعطي جودة الفاكهة. وهو أكثر زراعة في المناطق المعتدلة والتي لها جو يشبه البحر الأبيض المتوسط فشتاء بارد مطير ويتبعه فترة أدفأ وأكثر جفافاً خلال النضج. ومحصول الكرم يتضرر بدرجة حرارة منخفضة في الشتاء -١٥ -٢٠°م مما يحد زراعته في حين أن بعض الأنواع الأمريكية والأسيوية قد تتحمل -٣٠ -٤٠°م ودرجات الحرارة المجمدة قد تقتل النبتات shoots وتقلل إنتاج الفاكهة أثناء النمو النشط.

الأنواع

تقسم أنواع العنب إلى:

١- عنب المائدة: يستهلك كفاكهة طازجة وهي عناقيد كبيرة والعِنَبيات لها مظهر جذاب ولحم

متماسك مع حموضة منخفضة مع بضع بذور أو لابذور وهى تحتاج لدرجة حرارة عالية وتشميس لضمان الإتاء ونضج الثمرة.

٢- عنب النبيذ يعامل بالخميرة والكائنات الدقيقة للتخمر وقد يتبع ذلك التقطير. وعنب النبيذ له عناقيد صغيرة مع عنبيات مستديرة مع لحم عصيرى وطرى وذات حموضة عالية ورقم pH منخفض.

٣- عنب الزبيب هو قسم خاص من عنب المائدة خاصة من إيران وأفغانستان. وأحياناً عندما تترك على الكرم فالثمرة تنكمش من فقد الماء وتنتج منتجاً مجففاً فى المكان *in situ*. وهذه الأنواع لها جلد رفيع ولحم متماسك مع محتوى سكرى عالٍ وحموضة متوسطة والعنبيات مرتبة بتفكك فى العنقود.

وبعض الأنواع لها عدة أغراض فبعض عنب النبيذ ذو العنبيات الكبيرة تستخدم للإستهلاك الطازج أحياناً. وعنب المائدة عندما يكون المحصول زائداً أو له جودة تحت المستوى كثيراً ما يخمر ويستخدم للتقطير وإنتاج الكحول الإيثيلى للإضافة للبراندى أو نبيذ العُقْبَة dessert والليكير.

وأهم عنب مائدة هو الريجينا regina فى إيطاليا و داتيه دى بيروت dattier de Beirut فى فرنسا و رزاقى Rhazaki فى اليونان و والشام كروس Waltham cross فى جنوب أفريقيا وهو يصدر لمنطقة البحر الأبيض فى سبتمبر-أكتوبر وهو ذو بذور وله عنبيات إهليلجية كبيرة جذابة ولها لون عنبرى وجودة ممتازة.

وهناك ٥٠٠٠ نوع من أنواع عنب النبيذ تختلف فى مقاومتها للأمراض والحشرات

تطور الثمرة وتركيبها

fruit development & structure

النبتة shoot هى التركيب التكاثرى والنباتى الأساسى الذى يجدد الدائرة السنوية للنمو. فهى تنتج من البرعم القائم فهى تتطاول طرفياً لتنتج أوراقاً وبراعماً أبطية axillary buds والحالق tendril والأزهر inflorescences وعندما يقف النمو الطرفى ويبتدىء نضج الثمرة فإن الأنسجة تتجلتن وتتحول إلى البنية وتصبح خشبية وفى هذه الحالة تسمى عصاة وتبتدىء الأوراق فى الوقوع.

والإزهرار يستمر فى التطاول وإنقسام الأفرع وتكون أولاً رأسية ثم بعد ذلك تنثنى إلى أسفل. والبتلات الخمس فى الزهرة تشبه المظلة والزهرة الخنثى لها خمسة سداة stamen والتى تصبح رأسية وتعطى حبوب اللقاح بينما تقع قلنسوة الزهرة ممايؤكد التلقيح الذاتى ولكن أل *vinifira* ثنائية المسكن dioecious.

ونسبة الأزهار التى تتطور إلى عنبيات ناضجة تختلف كثيراً ١٥ - ٥٠٪ وعند قاعدة العنبية فإن عنق الزهرة pedicel يتصل بتماسك مع نظام الأوعية وعندما تجنى العنبية plucked فإن جزءاً قصيراً من النسيج الوعائى فى العنبية يتمزق وينتزع متصلاً بعنق الزهرة pedicel ودرجة الإلتصاق هى خاصية النوع إلى حد كبير والإتصال الجيد مرغوب فى عنب المائدة لمنع تمزق الجلد وسقوط العنبية أثناء المناولة ولكن فصل سهل ونظيف للعنبية

مرغوب للحصاد الميكانيكي لعنب النبيذ أو في إزالة السيقان في العنبيات المجففة في إنتاج الزبيب.

والحدقة التي لها شكل الزجاجة pistil هي مبيض زاق مع خليتين للمبيض وكل منها تحتوى مبيضين مقلوبين وكثير من المبايض يُجْهَض ومعظم العنبيات بها بذرتان أو ثلاث صلبتان عند النضج. والمبيض يكبر بسرعة بعد التلقيح وعند الحصاد يتكون من خلايا بارنشيمية كبيرة مع بروتوبلاست وفجوات كبيرة. وجدار الثمرة أو غلاف الثمرة pericarp يميز إلى بشرة epidermis وتحت بشرة وجدار خارجي وداخلي وبشرة داخلية. والخط المقسم بين الجدار الداخلي والخارجي يعلم بشبكة من حزم وعائية طرفية ويزيد عدد الخلايا ويكبر الغلاف الثمري. وإنقسام الخلية غير المباشر (الإنقسام الفتيلي/الصحيح) mitosis كثير ويحدث بعد ٥ – ٨ أيام بعد تفتح الزهرة anthesis. ولكن كِبَر الخلايا والذي ينتج عن زيادة أسرع في حجم العنبية يحدث في مرحلة ثانية بعد أن تصل البذور إلى أقصى حجمها. وكل ثمرة عنبية والجلد الخارجي رفيع ومرن (الغلاف الخارجي epicarp) مع لب عصيري ولحمي (الغلاف الوسطي mesocarp) والنسيج المحيط بفجوة البذرة (الغلاف الداخلي endocarp) قد يكون جزءاً من اللب. وعند الحصاد عنقود الساق (عنيق/زنيد) يختلف مابين ١-٣٪ والعنبيات من ٩٦ – ٩٨٪ من الوزن الرطب.

وعند النضج يكون الجلد ١٥ – ٢٠٪ واللب ٧٥ – ٨٥٪ والبذور من صفر إلى ٦٪ متوقفاً على الجو والنوع والذي يؤثر على تطور الزهرة والثمرة. والبشرة مكسوة بجليدة وتدعم برواسب رقائقية من الشمع والتي تعرف باللمعان bloom وهو يغير من مظهر الثمرة ولونها ويحميها ويؤدي للإحتفاظ بالخميرة والكائنات الدقيقة الأخرى. والأدمة/الجلد التحتية hypodermis يمكن أن يتبين عندما تصل العنبية الصغيرة عدة ملليمترات في القطر وتنتج نسيجاً من ثخانات مختلفة حتى ١٧ صفاً من الخلايا. والنسيج يحتوى خلايا سميكة الجدر ملجننة lignified تحتوى عند النضج كثيراً من البلاستيدات والتانينات والأنثوسيانينات وأعلا تركيز من المركبات الأروماتية/العطرية.

ولب بعض الإنواع لزج وغروى مما يجعل العصر صعباً ويخفض إتاء العصير. والعصير صعب الترويق بدون إضافات خاصة. وأصناف المسكات muscat هي من ضمن مجموعة الفينيفرا *vinifera*. والعنبيات ذات البذور تمر في ثلاث فترات من نمو الحجم: الأول معظم إنقسام الخلايا يحدث في غلاف الثمرة pericarp وتصل البذرة إلى أقصى حجم ثم بعد ذلك يحدث طور بطيء من النمو البطيء ويختلف في المدة وأخيراً تحدث زيادة سريعة معظمها يعزى إلى كبر الخلايا. والتغير الكبير في تطور العنبية يحدث بتغير مفاجيء في اللون فيتغير الأخضر إلى عنبري amber في الأصناف البيضاء وإلى أحمر أو أسود في الأخرى. وهذا يرتبط بطراوة في لحم العنبية وزيادة في محتوى السكر. وهذه الفترة يشار إليها بالفيرازون veraison وهناك علاقة بين محتوى البذرة وحجم العنبية.

وفى معظم عنب المائدة التى تقسم كعديمة البذور تخصب المبايض، ولكن السويداء endosperm وفيما بعد الجنين يجهض قبل أن تصبح أغطية البذرة رملية gritty.

وعنب المائدة المستخدم فى الإستهلاك الطازج له لب متماسك ولحمى ولاتعطى عصيراً زائداً عند مضغها. والإحساس الذى يحصل عليه من أكل العنبية يؤثر عليه تركيب الجلد وثخانته وتكوينه الكيماوى.

والأصناف الصالحة للتجفيف لها لحم متماسك وتحتوى على معظم تركيب اللب وتنكمش تدريجياً لتكون سطحاً منكمشاً والزبيب "الجلدى skinny" يجف من تَقَوُضْ تركيب اللب ويعطى زبيباً مسطحاً من جودة أقل. والأصناف التى تصلح للطبخ وتعليب كوكتيل الفواكه لها لحم صلب أو متماسك مع جلد يقاوم التشقق.

التكوين الكيماوى chemical composition

سكريات العنبيات الناضجة تستخلص بالسحق والضغط. والعصير (must) يأتى معظمه من الخلايا الكبيرة ذات الجدر الرقيقة للب. وأجزاء جدر الخلايا مع بعض العناصر الوعائية عادة تكون ٠,٥٪ من المواد الصلبة والسكريات هى جلوكوز وفركتوز وعند الفيرازون veraison يصبح الجلوكوز سائداً ولكن عند وقت الحصاد يكونان تقريباً متساويين ويبلغان ١٤٠ – ٢٥٠جم/لتر. ويوجد آثار من السكروز. والبنتوزات غير المتخمرة توجد فى كميات صغيرة أقل من ١جم/لتر.

ويوجد ثلاثة أحماض عضوية: الطرطريك والماليك والسيتريك. وعند النضج فإن الحموضة الكلية للعصير تتراوح مابين ٤، ١٢جم/لتر (كحمض طرطريك) مع جيد ٣,٠ – ٣,٨. وكمية الأحماض تعتمد على الصنف وهى تختلف تبعاً للظروف الجوية وتزيد فى الأجواء الباردة وتنقص الحموضة بنضج الثمرة ويكون حمض السيتريك ١–٢٪ ويكون مركزاً أكثر فى الجذور.

ومعظم المركبات الأروماتية/العطرية يكون مركزاً أكثر فى النسيج تحت البشرة أى فى نفس منطقة الجلد الداخلية الغنية فى التاتينات والصبغات.

والنكهة تشمل المركبات الطيارة المسئولة عن إدراك الرائحة وكذلك المواد غير الطيارة التى يشعر بها فى المذاق وكثير من المواد الطيارة يمكن الشعور بها بالأعضاء الحسية (فى الإنسان) على عتبات صغيرة جداً 10^{-4} – 10^{-12} جم/لتر.

وأصناف العنب يشار إليها بأن لها عبير "متعادل neutral" مثل معظم أصناف الفينيفرا *vinifera* والشموع التى تفصل السطوح هى ن–الكانات *n*-alkanes أليفاتية وكذلك ن–الكينات *n*-alkenes أليفاتية. ووجدت بعض الأيدروكربونات الأروماتية ومن بينها الزيلين والتوليوين والألكايل بنزين.

وتوجد أسترات الخلات لعدد من الكحولات قصيرة السلسلة فى تركيزات منخفضة. وأصناف الموسكات تحتوى خلات بعض كحولات أحادية التربين وبعض الأصناف التى من أصل لابروسكا–فينيفرا *labrusca-vinifera* مثل الكونكورد والنياجرا لها نكهات "ثعلبية foxy" وتحتوى أنثرانيلات

الميثايل methyl anthranilate والدهيدات ك٦ والكحولات تتكون بتأثير الإنزيمات عندما تمزق خلايا اللب وتكون سائدة في العصير الطازج. ويوجد ترانس ٢-هكسانال trans-2-hexanal و ن-هكسانال n-hexanal في السلطانا (تومبسون عديم البذور) والجريناش grenache. وبعد تمزق الخلايا من الصعب أن تقسم المركبات كعبير عنب أولي أو مشتق والكحولات ن من ك٤ إلى ك١١ والمركبات الأروماتية مثل أحادى التربينول وكحول البنزايل والفينيل إيثانول phenylethanol هي عناصر هامة في مجموعة الكحولات. وأصناف الموسكادين مثل .M rotundifolia لها نكهات مميزة تميز بكجول مشابه الإيمايل والهكسانول والبنزالدهايد و ٢-فينيل إيثانول.

والعبير المميز والهام في أصناف الفينيفرا vinifera هو ذلك الموجود في مجموعة الموسكات ويتميز بكحولات أحادى التربين حيث يوجد ٥٠ أحادى تربين في العنب والنبيذ وأكثر كحولات التربين في أصناف الموسكات هي اللينالول والجيرانيول والنيرول والسترونيلول و α-تيربينول والهوترى-اينول hotrienol (الهوترى ثلاثي الاينول). وهي تستخدم في التعرف على الأصناف وتظهر أحادى التربينات تدرجاً في التركيز في العنبية فـ ٩٥٪ من الجيرانيول والنيرول يوجد في جلد موسكات الأسكندرية ولكن اللينالول عادة مقسم بالتساوى بين الجلد والعصير المستخلص.

والبذور والجلد مصادر جيدة لليكوانثوسيانينات والتانينات في العصير المستخلص والمشروبات المتخمرة. والبذور الناضجة لها أغطية بذور صوانية غامقة بنية تحتوى على ٣٤ - ٣٨٪ أيدروكربونات و ٢٥-٥٠٪ ماء و١٣ - ٢٠٪ زيت (من السويداء)، ٤ - ٦٪ تانينات، ٣ - ٥٪ مركبات نتروجينية، ٢ - ٤٪ معادن.

ويقسم العنب إلى أبيض وأحمر وأسود ولكن يوجد ألوان متوسطة أيضاً. وأصناف فينيفيرا vinifera السوداء تحتوى على جلوكوسيدات أحادية للمالفيدين malvidin بأعلا نسبة ويتبعها بيونيدين وبيتيونيدين ودلفينيدين وسيانيدين. والسيانيدين هو الصبغة السائدة في الأصناف الحمراء. وأصناف الموسكادين تحتوى غالباً على ثنائي جلوكوسيدات.

والصبغات الصفراء (الفلافونات) والأنثوسيانينات الحمراء في الجلد تظهر عند الفيرازون veraison وتصل إلى تغيرها الكامل عند النضج التام. وتوجد الأنثوسيانينات في طبقات خلايا عديدة تحت البشرة ولكن الفلافونات توجد أيضاً في اللب. وفي بعض الأصناف التي تستخدم للتلوين تنتشر الصبغات الحمراء في اللب وتسمى المصبغات teinturiers. والصبغات الأخرى الموجودة في الثمرة الخضراء وغير الناضجة هي الكاروتينويدات والزانثوفيلات والكلوروفيلات والتي يختفي أغلبها بوقت الحصاد.

وتخليق صبغات الأنثوسيانينات والتانينات يتأثر بكمية الضوء أكثر من درجة الحرارة وكنتيجة لذلك فإن معظم الأصناف السوداء التي تنمو في الشمال ناقصة كثيراً في اللون.

إنتاج الزبيب raisin production

معظم إنتاج العالم من الزبيب يجفف خارج الدور ببسط العناقيد على الأرض معرضة للشمس وبعد ٧ – ١٠ أيام تقلب العناقيد بالأيدى لتكملة الجفاف. والعنبيات المجففة تنكمش ويصبح لونها بنياً غامقاً وتسمى طبيعية natural ويتم التعريض لمدة ثلاثة أسابيع فتكتمل العملية.

ولتجنب الغبار والتلوث يمكن إستخدام أرضيات مسلحة ولتجنب الندى فى المناطق الرطبة يغطى العنب بقماش طول الليل. والآن يجفف العنب على صوانى ورق يمكنها أن تأخذ ١١ كجم من الفاكهة الطازجة.

وميكنة محصول الزبيب تتم بقطع عصيان الثمار fruit canes تحت العناقيد وهذا يجفف الثمار جزئياً وبحيث يمكن فصل العنبيات بمكنة هزازة. ثم ينقل العنب التى حيث يوضع على صينية ورق مستمرة ولايحتاج الأمر إلى تقليب والتجفيف أسرع وينشر الورق على إسطوانة وتُفَرّش العنبيات إلى قادوس. وهناك محاولات لتربية أصناف تنضج مبكراً وتجف على الكرم وتحصد مباشرة ولكن يخاف من الأمطار.

ولتقصير فترة التجفيف يلجأ المزارعون فى الشرق الأوسط إلى غمس الثمار فى حمام مائى يحتوى رماد الكرم وأعشاب أخرى. وهذا المحلول القلوى ينتج شقوقاً صغيرة فى جلد العنبية مما يقلل فترة التجفيف وقد يستخدم زيت الزيتون مع كربونات البوتاسيوم مما ينتج عنه زبيب أطرى وأخف فى اللون وهذا فى اليونان. وفى إيران وأفغانستان فإن عناقيد العنب تعلق على دوبارة رأسية معلقة من السقف فى المنزل ويتم التجفيف ببطء جداً فى الظل ولكن ينتج زبيب ذو لون خفيف بجودة ممتازة. وهذا أدى إلى بناء أماكن للتجفيف مع حيطان/جدر بها شقوق ليمر الهواء وفى نفس الوقت تحمى من الأمطار. ويمكن أن تبسط الثمار على أطر أفقية من شبك سلك متحرك ويحمل من أسفل رف ويحمى ذلك من المطر سطح معدنى وتهز صفوف السلك لإزالة العنبيات بعد الجفاف. والزبيب الناتج طرى وعنبرى إلى بنى ولامع بسبب إستخدام زيت معدنى أو زيت زيتون فى الغمس قبل التجفيف.

وبعد الجفاف تحتوى الثمار حوالى ١٥٪ رطوبة فتوضع فى أوعية كبيرة لتتساوى فى محتوى الرطوبة ثم تغربل لإزالة معظم سيقان العناقيد ثم يتم إزالة السيقان بإمرار الزبيب فى إسطوانة أفقية من صينية معدن تدور على سرعة مناسبة. ثم قد يمرر الزبيب فى صوانى لتقسيمها بالحجم وغسالات. وقد تجفف إذا لزم الأمر وتعامل بطبقة من الزيت المعدنى لتحسين المناولة ومنع الإلتصاق ومنع تكوين الكتل عند التعبئة. ولبعض الأغراض تعرض الثمار لبخار من كبريت يحرق فى غرفة مقفلة من أجل تبييض العنبيات قبل تجفيفها.

الحصاد والتخزين harvesting & storage

لايوجد أى فترة بعد الحصاد لتحسين الجودة وعلى ذلك فتقدير وقت الحصاد هام جداً ويقدر السكر والحموضة فى العصير وكذلك جيد بالنسبة للعنب الذى سيستخدم فى إنتاج النبيذ.

وبعد قطع سوق العنقود يحدث جفاف فيزيقى يسبب بعض الطراوة والإنكماش. وإذا طالت فترته

فإن العناقيد تتحول للبني والعنبيات تقع من العنقود منقصة من كمية الثمار التي تباع ولإنقاص المناولة إلى أقصى حد فإنه يتم وزن وتشذيب وتعبئة الثمار على منصات محمولة.

وعصير العنب مغذي جداً لنمو الفطر والكائنات الدقيقة وفي تحضير الثمار تُتَجَنّب درجة الحرارة العالية والتجفيف أثناء الحصاد وبعد الحصاد. ويجرى الحصاد فقط في الساعات المبكرة من النهار بينما الثمار لازالت باردة وبعد تعبئتها تتحرك بسرعة للتبريد المبدئي بعد التدخين في غرف مقفلة بثاني أكسيد الكبريت والذي يؤخر الفساد بسبب أي تكسر في العنبية. وبعد ذلك تنقل العبوات وترص في غرف كبيرة للتخزين المبرد والتي تستخدم التبريد بواسطة دفع الهواء على درجات حرارة ٣٢°م ونسبة رطوبة ٩٠ - ٩٥٪ والأصناف المختلفة يمكن تخزينها لفترات مختلفة ١-٤ أشهر وقد يحتاج الأمر إلى التدخين كل ٥ أيام أو أكثر.

وكثير من عنب النبيد يحصد ميكانيكياً بهز الكرم وقد يكون هناك ساحق وجندولا تأخذ الثمار المسحوقة جزئياً وتنقل إلى حيث تعامل لتصبح نبيذاً. وأكسدة الثمار المسحوقة ضار جداً ولذا قد تغطى لإبطاء العملية بالنتروجين أو ثاني أكسيد الكربون قبل أن تصل لمعمل النبيذ.

الإستخدامات الصناعية الصغرى

minor industrial uses

حيث يوجد زيادة في المحصول فإن العصير يركز تحت فراغ إلى حوالي ٥٨° بريكس. ويعبأ في براميل ثم يسخن ويستخدم هذا الشراب في منتجات مختلفة خاصة في المشروبات غير الكحولية والحلويات والتعليب.

ومركزات أصناف النبيذ والتي بها أنثوسيانينات عالية جداً هي مصادر هامة للصبغات الحمراء والإرجوانية لإستخدامها في تلوين المشروبات وفي البلاد المسلمة الثمار الخضراء وغير الناضجة تخلل في ماج أو خل وتستخدم كتابل relish أو بهار والأصناف ذات الحموضة العالية جداً تسحق ويستخدم العصير كعصير ليمون.

والعصير المستخلص طازجاً من عنب النبيذ وأحياناً مخمر جزئياً (به خمير) يباع. وفي الشرق الأوسط يركز عصير العنب في حلل على نار مفتوحة لإنتاج شراب وجيلي.

وأهم مصدر لطرطرات البوتاسيوم الحامضية هو القشرة الصلبة المترسبة (أرجول argol) بعد تخمر النبيذ وتبقي كريمة الطرطر أو الطرطرات الأخرى إليها إستخدامات دوائية بجانب الغذائية.

والثفل pomace أو المادة الصلبة المنفصلة بعد العصير أو إستخلاص النبيذ تستخدم أحياناً مع التربة كسماد. (Macrae)

والأسماء: بالفرنسية raisin وبالألمانية Traube وبالإيطالية uva وبالأسبانية uva (للعنب).
(Stobart)

والأسماء للزبيب: بالفرنسية raisin sec وبالألمانية Rosine وبالإيطالية uva secca وبالأسبانية pasa de uva.

وبالنسبة للسلطانا sultana: بالفرنسية raisin de Smgane وبالألمانية Sultanine وبالإيطالية sultanina وبالأسبانية pasa de Corinto.
(Stobart)

الكشمش وعنب الثعلب
currants & gooseberries

يستخدم المحصول لإنتاج العصير والمربات والجيللي.

الإسم العلمى *Ribes* spp.

الفصيلة/العائلة: كاسرات الحجر Saxifragaceae

هناك ١٥٠ نوع من الكشمش وعنب الثعلب أهمها الكشمش الأسود black currant (*Ribes nigrum* L.) والكشمش الأحمر والأبيض red & white currants (*R. rubrum* L. ,) (R. *petraeum* Walk., *R. sativum* Syme. وعنب الثعلب (*R. grossularia* L.).

والحصاد بالمكن يتم بالنسبة للكشمش الأسود والكشمش الأحمر ولكنه غير مرض بالنسبة لعنب الثعلب.

بعض الأوصاف

تحمل ثمار الكشمش فى عناقيد مع كل ثمرة تلتصق بالساق الرئيسى string بساق قصيرة وهى تنضج بإنتظام: الثمرة الأقرب للفرع أولاً والثمرة الطرفية فى النهاية. أما عنب الثعلب فتتطور وحدها أو فى عناقيد صغيرة من ٢-٣ ثمار. العنبية للكشمش وعنب الثعلب ثمرة حقيقية مع البذور مقفلة فى الغلاف الثمرى اللحمى وجدول (١) يعطى الإختلافات مابين الثمار. وعنب الثعلب له أكبر الثمار وللكشمش الأحمر أصغرها. والكشمش الأحمر وعنب الثعلب لهما بذور أقل وأكبر من الكشمش الأسود. وجلد عنب الثعلب فى بعض الأصناف شعرى بينما جلد الكشمش الأسود دائما بدون شعر.

جدول (١): مميزات الكشمش وعنب الثعلب.

	عدد الثمار	وزن الثمرة (جم)	عدد البذور فى الثمرة	وزن البذرة (جم)
الكشمش الأسود	١٠–٥	١,٥–٠,٦	٥٠–٣٠	٢–١
الكشمش الأحمر	١٤–٦	٠,٩–٠,٤	١١–٥	٨–٦
عنب الثعلب	٣–١	١٤,٠–١,٦	٥–٣	٤–٤

والصبغات فى ثمرة الكشمش الأسود توجد فى الجلد ويبقى اللحم أخضراً بينما الصبغات فى الكشمش الأحمر وعنب الثعلب توجد فى كل من الجلد واللحم. وأصناف عنب الثعلب لها كل الألوان من أحمر غامق إلى أحمر خفيف من خلال الأخضر والأصفر يكاد يكون أبيضاً. والكشمش الأسود له لون أرجوانى غامق بينما الكشمش الأحمر فلونه أحمر نقى. والكشمش الأبيض لايوجد به أنثوسيانينات إلا أنه أصفر مخضر فاتح.

التكوين الكيماوى والتغذوى
chemical & nutritional composition

تأتى الطاقة من الكربوايدرات وقليل من البروتين والدهن. والجلوكوز والفركتوز هما الأساسان ويوجد السكروز بنسبة أقل. ويحتوى عنب الثعلب على كميات صغيرة من السوربيتول بينما الكشمش لايحتوى إلا على آثار. وهى جميعاً تحتوى على نسبة عالية من الأحماض فحمض السيتريك يسود فى الكشمش بينما يوجد حمضا السيتريك والماليك بكميات متساوية فى عنب الثعلب والكشمش الأسود به كميات كبيرة من حمض

الأسكوربيك و٥٠جم من الفاكهة تحقق المطلوب اليومي وإن إختلفت الأصناف كثيراً كما يوجد البوتاسيوم (الجدول ٢) مع العناصر الأخرى.

والكشمش الأسود به نسبة عالية من الفلافونويدات. والأنثوسيانينات تسود وتوجد في الكشمش الأسود بنسبة ١٢٥٠ - ٢٠٠٠ مجم/١٠٠٠جم وزن طازج. وهي أساساً سيانيدين ودلفينيدين ٣-جلوكوسايد و ٣-روتينوسايد. وفي الكشمش الأحمر هناك ٦ سيانيدينات. ومن الفلافونولات يوجد الجليكوسيدات كيمفيرول kaemferol والكويرستين والميريسيتين myricitin في الكشمش الأسود والأحمر.

والمركبات الأروماتية المميزة للكشمش الأسود توجد في كل النبات ودرجة النضج لها تأثير كبير على خواص الجودة فتزيد شدة اللون ومحتوى المادة الجافة والمواد الصلبة الذائبة والسكريات بالنضج بينما تنخفض اللزوجة وحمض الاسكوربيك. ومحتوى حموضة التنقيط يصل إلى القمة حوالي أسبوعين قبل الحصاد ولايتغير كثيراً أثناء النضج. وبذور الكشمش وعنب الثعلب تحتوى حوالي ٢٠٪ دهن ، ٥-٢٠٪ حمض γ-اللينولينيك وأعلا محتوى يوجد في الكشمش الأسود.

المناولة والتخزين handling & storage

النكهة القوية والحموضة العالية لثمار الكشمش تجعلها أقل جاذبية في الإستهلاك الطازج. وعنب الثعلب أخف نكهة ويستخدم في العقبة ويباع غير ناضج وأخضر وناضج. والعنبيات يجب أن تقطف جافة وإلا فسدت إذا قطفت مبتلة.

جدول (٢): التكوين الكيماوى (في كل ١٠٠٠جم من الثمرة الطازجة).

المغذى		كشمش أسود	كشمش أحمر	عنب الثعلب
ماء	(جم)	٨١٥	٨٤٥	٨٨٠
مواد صلبة	(جم)	١٥٥	١٠٥	١٢٥
كربوايدرات	(جم)	١٢٨	٩٦	٧٨
بروتين	(جم)	١٣	١٢	٨
دهن	(جم)	٢	٢	٢
ألياف	(جم)	٤٣	٣٩	٢٢
بكتين	(جم)	٨	٧	٥
جلوكوز	(جم)	٣٥	٢٧	٢٦
فركتوز	(جم)	٣٧	٢٦	٢٤
سكروز	(جم)	١٣	٤	٦
سكريات كلية	(جم)	٨٥	٥٧	٥٦
حمض سيتريك	(جم)	٤٠	٢٥	١٤
حمض ماليك	(جم)	٦	٤	١٣
أحماض تنقيط	(جم)[أ]	٣٨	٢٤	٢٣
طاقة	(جول)	٢٦٠٠	٢٠٥٠	١٦٥٠
صوديوم	(مجم)	١٧	١٣	١٥
بوتاسيوم	(مجم)	٣١٣٠	٢٢٦٠	١٥٥٠
مغنيسيوم	(مجم)	١٩٠	١٤٢	١١٣
كالسيوم	(مجم)	٥٧٠	٣٨٠	٢٤٠
حديد	(مجم)	١٣	٩	٦
فوسفور	(مجم)	٤٨٠	٣٣٠	٢٥٠
رماد	(مجم)	٧٢٠٠	٦٤٠٠	٤٨٠٠
حمض اسكوربيك	(مجم)	١٦٠٠	٦٥٠	٣٥٠
ثيامين	(مجم)	٠,٥	٠,٤	٠,٤
ريبوفلافين	(مجم)	٠,٤	٠,٣	٠.٢
بيريدوكسين	(مجم)	١,٢	٠,٥	—
حمض نيكوتينيك	(مجم)	٢,٨	٢,٥	٢,٥
حمض بانتوثينيك	(مجم)	٤	٦	٢,٣
β-كاروتين	(مجم)	١,٢	٠,٦	١,٥

أ: المحتوى الحمضي قيس بإستخدام وزن مكافيء لحمض السيتريك. (Macrae)

وهى تحتفظ بنفسها ولكن بدون تبريد تتدهور بسرعة بعد الحصاد ويبلغ الفقد ٢-٣٪ فى الوزن خلال ٢٤ ساعة بدون تبريد وهى تبرد إلى صفر إلى ٥°م ولها عمر رف ٢-٦ أيام ويتوقف على طور النمو وعنب الثعلب غير الناضج يمكن أن يخزن ٤ أسابيع.

الإستخدام الصناعى industrial uses

أهم منتجات الكشمش الأسود العصائر والشراب كما تستخدم فى المربات والجيللى كما تصلح لتنكية الأغذية الأخرى مثل الزبادى ومنتجات الألبان. والكشمش الأحمر يصنع منه عصير وجيللى مختلطاً بفواكه أخرى ذات حموضة أقل. وعنب الثعلب يستخدم فى المربيات والنواتج المعلبة والفواكه الثلاث تستخدم فى النبيذ والليكير. وحمض γ-لينولينيك الموجود فى بذور الكشمش الأسود يستخدم فى منتجات الصحة ويحصل على الزيت من كعكة العصير من عصير الكشمش الأسود ومستخلص برعم الكشمش الأسود يستخدم فى نكهة الأغذية الأخرى وكمكون فى الفواحات fragrances.

والأسماء للكشمش: بالفرنسية raisin de Corinthe وبالألمانية Korinthe وبالإيطالية uve passe أو sache uva وبالأسبانية uvas أو pasas de Corinto.

وبالنسبة لعنب الثعلب: بالفرنسية groseille á maquereau وبالألمانية Stachelbeere وبالإيطالية spina uva أو ribes وبالأسبانية grosella blancuoverde.

(Stobart)

عنب الثعلب الذهبى

cape gooseberry/golden berry/ground cherry/poha

الإسم العلمى *Physalis peruviana* L.

الفصيلة/العائلة: الباذنجانية Solanaceae

بعض أوصاف

عنب الثعلب الذهبى عشب كل سنتين طرى صغير وله أوراق متبادلة. والأزهار غير ظاهرة وتعطى ثماراً صغيرة (١-٢سم فى القطر) مستديرة صفراء برتقالية ناعمة الجلد ومغطاه بقشرة كبيرة (٢-٣سم فى القطر) خضراء ورقية. والثمرة بها بذور كثيرة صغيرة بها عصير لطيف. وهى تؤكل طازجة أو تحول إلى مربى أو جيللى وتستخدم فى الفطائر وأغراض الطبخ الأخرى. وتحفظ كمحفوظات فى هاواى بإسم "بوها poha" وهناك خُلْفَة after taste بسيطة فى الثمار غير الناضجة ولكن النكهة لطيفة. وهو يقاوم التربة الفقيرة وينمو من البذرة أو القِطَع. والقشور الورقية تحميها من الحشرات والطيور وتسمح بتجميع الثمار الواقعة والتى يمكن أن تبقى على الأرض لمدة أيام بدون ضرر.

وهو حساس للصقيع ويوجد فى الأماكن شبه الإستوائية ويتكاثر بسهولة ولاتصل إلى أحجام كبيرة.

وهو مصدر جيد لمولد فيتامين أ (٣٠٠٠ وحدة دولية من الكاروتين / ١٠٠جم) وكذلك فيتامين ج وكذلك بعض أفراد فيتامينات ب ومحتوى البروتين ٠٫٣ ٪ والفسفور ٥٥ مجم/١٠٠جم وتصل المواد الصلبة الذائبة إلى ١٦٪.

(Macrae)

عنب الاحراج

cow berry/whortle berry

الإسم العلمى *Vaccinium myrtillus* L.

الفصيلة/العائلة: الخلجنية Ericaceae

عنب الاحراج ينتمى إلى الفصيلة الخلجنية Ericaceae ويتبعها عدد من الأجناس (١٣ جنس) وبها عدد من الأنواع لها عنبيات لحمية ولذا سيتم الكلام هنا عن هذه العائلة. وهى عادة تؤكل طازجة وأحياناً تجفف وكثير منها تصنع إلى محفوظات أو عصير أو نبيذ.

Vaccinium هو أهم جنس بالنسبة لإنتاج الفاكهة ومعظم الأنواع توجد فى سفاح الجبال فى المناطق الإستوائية والباقى موزع مابين تحت المناطق الإستوائية والمعتدلة والشمالية فى نصف الكرة الشمالى. ونباتات الـ *Vaccinium* تختلف من نباتات هوائية epiphytes إلى كرم ينتشر trailing إلى أشجار والغالبية عشب أرضى.

الأهمية التجارية

إنتاج الثمار تجارياً هو أساساً أنواع من الآس ذات الثمار المنعقدة Cyanococcus بمافيها أصناف من آس العشب العالى (*V. corymbosum* L.) high bush blueberry وآس عين الأرنب (*V. ashei* Reade) والحَرَجْ الطبيعى natural stands (*V. angustifolium, V. myrtilloides*) وهو آس الأجمة المنخفضة low-bush blueberries. و *Vaccinium macrocarpon* Ait. (قمام المناقع/أويسة الكبير large cranberry) وهو عضو فى قسم Oxycoccus وهو أيضاً مُرَوَضْ. *Vaccinium myrtillus* (عنب الدب/عنب الاحراج bilberry) وقمام آسى whorleberry فى قسم Myrtillus قد جمعت نامية فى البرية wild. و (*Vaccinium vitisidaea*) اللينجونبيرى lingonberry (وهو قمام المناقع أو عنب الاحراج الجبلى mountain cranberry or cowberry) فى قسم -Vitis Idaea جمعت معظمها نامية برياً ولو أنها رُوضَتْ حديثاً.

بعض الأوصاف

هى عنبيات تحتوى عديداً من البذور وأدمة شمعية تغطى بشرة الثمرة. وفى الآس blueberry تحفظ مع بعضها بواسطة أمشاط corymbs أو أنوار عنقودية racemes وبراعم النورة تتكون فى أواخر الصيف والخريف على نبتات من الفصل الجارى. وفى قمام المنافع تحمل الثمار أحادية على ٣ إلى ٥ عقد على نبتات رأسية والتى تتطور من براعم مختلفة على كرم مفترش وثمار اللينجونبيرى lingonberries تجمع مع بعضها على نورات عنقودية متدلية على نورات طرفية. وعنب الدب/عنب الاحراج bilberry يحمل أحادياً على الإبط فى أسفل الأوراق فى النبتات الخضرية.

عنبية الـ *Vaccinium* تحتوى ١-٥٠ بذرة محاطة بالغلاف الثمرى الوسطى اللحمى وعديم اللون عادة. والحجم النهائى للثمرة مرتبط بقوة مع عدد البذور فى الثمرة.

وثمرة الآس تكبر عقب التلقيح بعد منحنى نمو سيبى sigmoid وهى تمر فى عدة مراحل من

تطور اللون: ١- أخضر غير ناضج ، ٢- أبيض مخضر شفاف، ٣ - وردى مخضر، ٤- أصفر-أزرق، ٥- زرقاء تماماً. وحتى ٥٠٪ من الزيادة فى حجم العنبية يحدث خلال النقلة من وردى مخضر إلى أزرق. والإزهار يحدث فى مبدأ الربيع والثمار تصبح ناضجة فى ٤٠ - ٦٠ يوماً ويتوقف على الصنف والظروف البيئية.

جدول (١): أنواع عائلة Ericaceae التى لها ثمار مأكلة.

النوع species	الإستخدام
Vaccinium angustifolium Ait.	ج،ط،م،ع
V. anmdringtrense Perr.	ج،ط،م
V. arbuscula (A. Gray) Mart.	ج،ط،م
V. arctostaphylos L.	ج،ط،م
V. ashei Reade	ج،ط،م
V. berberifolium (A. Gray) Skotts	ج،ط،م
V. boreale Hall & Ald.	ج،ط،م
V. caespitosum Michx.	ج،ط،م
V. confertum Kunth	ج،ط،م
V. consanguineum Klotzch	ج،ط،م
V. corymbosum L.	ك،ج،ع،ط،م
V. cylindraceums Sm.	ج،ط،م
V. darrowi Camp.	ج،ط،م
V. deliciosum Piper	ج،ط،م
V. detntatum J. Sm.	ط،م
V. erythrocarpum Michx.	ط، م
V. floribundum H.B.K.	ج،ط،م
V. hirsutum Buckl.	ج،ط،م
V. leucanthum Schlect.	ج،ط،م
V. littoreum Miq.	ج،ط،م
V. macrocarpon Ait.	ج،ع،م
V. membranaceum Douglex.Hook	ك،ج،ط،ع،م
V. meridionale Sw.	ج،ط،م
V. mortinia Benth.	ج،ط،م
V. Myrsinite Lamarck	ج،ط،م
V. myrtillus L.	ك،ج،ط،ع،م
V. myrtilloides Michx.	ج،ط،م
V. myrtoides (Blume) Miq.	ط،م
V. oldhamii Miq.	ج،ط،م
V. oxycoccus L.	ج،م
V. ovalifolium Smith	ج،ط،م
V. padifolium Sm.	ج،ط،م
V. pallidum Ait.	ج،ط،م
V. praestans Pamb.	ج،ط،م
V. stamineum L.	ج،ط،م
V. tenellum Ait.	ج،ط،م
V. uliginosum L.	ج،ط،م
V. vitis-idaea L.	ج،م
Arbutus unedo L.	ك،ج،ط،م
Arctosphylos manranita Parry	ك،م
A. pungens H.B.K.	ج،ط،م
A. tomsentosa Pursh.	ك،ج،ط،م
A. uva-ursi (L.) Spreng	ج،ط،م
Gaultheria antipoda Forster	ط
G. hispida R. Br.	ط
G. hispidula (L.) Torr. & Gray	ط
G. myrsitrites Hook	م
G. procumbens L.	م
G. shallon Pursh.	ج
Gaylussacia baccata (Wang.) Koch	ط،م
G. brachycera (Mich) Gray	ط،م
G. dumosa (And.) T.	ط،م
G. frondosa Torr. & Gray	ط،م
G. ursina Curtis	ط،م
Macleanea ecuadoriensis Horold	ط
M. popenoei Blake	ط
Menziesia feriuginea Sm.	ج،ط
Chiogenes hispidula (L.) Hitche.	ط،م
Disterigma margaricoccum Blake	ط
D. popenoei Blake	ط

ك = مشروبات كحولية. ج = مجفف. ط = طازج.
ع = عصير. م = مربيات ومحفوظات وجيللى.

وقمام المناقع تمر خلال مراحل عدة من تطور اللون بما فيها الأخضر والأبيض والأحمر وتطور الحجم للثمرة هو أكثر إستقامة عن الآس. ويستمر نمو العنبية بمعدل ثابت لمدة ٤-٦ أسابيع وهي تنضج فيما بين ٦٠ - ١٢٠ يوما بعد الإزهار.

وصبغات الأنثوسيانينات والتى تعطى الثمار ألوانها المميزة توجد في الغلاف الثمرى الداخلي وكثيرا ماتغطى سطح العنبية طبقة من الشمع. واللون الأزرق الخفيف لكثير من أصناف الآس blueberry ينتج عن إرتباط صبغات زرقاء غامقة مغطاه بشمع شفاف. ودرجة الحرارة تلعب دورا هاما في تطور اللون حيث أن الثمار المقتطفة تطور اللون العادى على ١٦ - ٢٧°م سواء كانت مظللة أم لا بينما درجات الحرارة الأقل توقف التطور العادى.

التكوين الكيماوى والغذائي
chemical & nutritional composition

ثمرة الآس المتوسطة تتكون من حوالى ٨٣٪ ماء و ٠,٧ ٪ بروتين و ٠,٥٪ دهن و ١,٥٪ ألياف و ١٥,٣٪ كربوايدرات (الجدول ٢). وقمام المناقع/أويسة يحتوى ٨٨٪ رطوبة، ٠,٢٪ بروتين، ٠,٤٪ دهن، ١,٦٪ ألياف، ٧,٨٪ كربوايدرات. والآس blueberries به ٣,٥٪ سيليولوز، و ٠,٧٪ بكتين ذائب بينما قمام المناقع/أويسة يحتوى على ١,٢٪ بكتين. والآس يحتوى على ١٠٪ سكريات كلية من الوزن الطازج وعنب الاحراج/عنب الدب bilberries تحتوى ١٤٪ وقمام المناقع ٤٪. والسكريات المختزلة السائدة في الآس وهي الجلوكوز والفركتوز تمثل ٨,٢٪ من الوزن الرطب والسكرور ٢,٤٪. والجزء المأكلة من قمام المناقع يتكون من ٢,٦٦٪ جلوكوز و٧,٤٪ فركتوز و ١٤ ٠٪ سكروز ولبه يحتوى كميات يمكن قياسها من اللجنين والجلوكوز والأرابينوز والزيلوز.

جدول (٢): تكوين ١٠٠جم من نوع *Vaccinium* الطازج.

المكون	الآس	قمام المناقع
طاقة (كيلوجول)	٢٦٠,٤٠	١٠٩,٢٠
التكوين الكيماوى (٪)		
ماء	٨٣,٢٠	٨٨,٠٠
سكريات مختزلة	١٢,٧٥	٤,٢٠
سكريات غيرمختزلة	١,٤٦	٠,١١
أحماض (كسيتريك)	١,١٥	٢,٤٠
بكتين	٠,٦٦	١,٢٠
دهن (مستخلص إيثيرى)	٢,٦٠	٠,٤٠
بروتين	٠,٧٠	٠,٢٠
رماد	٠,٣٠	٠,٢٥
ألياف	١,٥٠	١,٦٠
معادن (مجم)		
بوتاسيوم	٨١,٠٠	٥٣,٠٠
صوديوم	١,٠٠	٢,٠٠
كالسيوم	١٥,٠٠	١٣,٠٠
فوسفور	١٣,٠٠	٨,٠٠
مغنيسيوم	٥,٣٠	٥,٥٠
حديد	١,٠٠	٠,٤٠
فيتامينات		
أ (وحدة دولية)	١٠٠,٠٠	٤٠,٠٠
ج (مجم)	٢٢,٥٠	٧,٥-١٠,٥
ثيامين (ب١)	٠,٠٣ مجم	١٣,٥ ميكروجرام
ريبوفلافين (ب٢)	٠,٠٦ مجم	٣,٠ ميكروجرام
حمض نيكوتينيك	*	٣٣,٠ ميكروجرام
حمض بانتوثينيك	*	٢٥,٠ ميكروجرام
بيريدوكسين (ب٦)	*	١٠,٠ ميكروجرام
بيوتين	*	آثار
نياسين (مجم)	٠,٥٠	*

* : لاتوجد معلومات.

والمحتوى الحمضى الكلى لثمار الـ *Vaccinium* عالٍ نسبياً فقمام المناقع/الأويسة الناضج يتراوح مابين ٢٪ و ٣٪ بينما الآس يقع فى المدى ١-٢٪. والحمض الأساسى فى الآس حمض السيتريك (١,٢٪) كما يحتوى على حمض الايلاجيك ellagic acid بكميات جوهرية وهو يعتقد بأنه يقلل خطر السرطان. أما قمام المناقع/الأويسة فيحتوى مستويات عالية من أحماض عضوية بمافيها كوينيك quinic (١,٣٪) والستريك (١,١٪) والماليك (٠,٩٪) والبنزويك (٠,٦٪).

كما تحتوى اللينجونبيري lingonberries على مستويات عالية من حمض البنزويك وتناول قمام المناقع واللينجونبيرى يؤدى إلى زيادة الحموضة فى البول خلال تحول نسبة حمض الكوينيك والبنزويك إلي حمض هيبيوريك hippuric acid فى الجسم وإرتفاع نسبة الحموضة وربما الفعل المضاد لبكتيريا حمض الهيبيوريك يرفع من عدوى القنوات البولية ويقلل من أنواع من أحجار الكلى.

وإذا قورنت بالفواكه والخضروات الأخرى فإن الآس وقمام المناقع/الأويسة لها مستويات متوسطة إلى منخفضة من الفيتامينات والأحماض الأمينية والمعادن فالآس يحتوى على ٢٢,١ مجم من فيتامين ج من الوزن الطازج ويحتوى قمام المناقع على ٧,٥ - ١٠,٥٠ مجم وعنب الدب/عنب الاحراج يحتوى ٥مجم ن/١٠٠جم من النتروجين القابل للذوبان فى الكحول بينما الآس يحتوى ٦,١٥ مجم ن /١٠٠جم. والآس غير معتاد فى أن الأرجنين هو الحمض الأمينى السائد. وحمض الجلوتاميك والفالين يسودان فى عنب الدب/عنب الاحراج واللينجونبيرى يحتوى مستويات عالية من السيرين وحمض امينوبيوتريك. واللينجونبيرى يحتوى كميات لابأس بها من الأحماض الأمينية ١-أمينوسيكلوبان-١-كاربوكسيليك 1-aminocyclopane-1-carboxylic acid وحمض ٥-أيدروكسى بيبيكوليك 5-hydroxypipecolic.

وعنبيات أنواع *Vaccinium* تحتوى نسباً عالية من المركبات عديدة الفينول فأحماض الكافييك والـ p-كوماريك تسود فى الآس. وعنب الدب/عنب الاحراج يحتوى كميات كبيرة من حمض أيدروكسى سيناميك.

والأنثوسيانينات الكلية فى الآس تتراوح من ٨٥ - ٢٧٠مجم/١٠٠جم بينما فى قمام المناقع هى مابين ٢٥ - ١٠٠مجم. وكل أنواع الآس فى تحت الجنس *Cyanococcus* بها الأنثوسيانينات السائدة- أجليكونات و أجليكون-سكر - وإن إختلفت النسب مابين الأنواع. والأنثوسيانينات السائدة: دلفينيدين أحادى الجالاكتوسيد وسيانيدين أحادى الجالاكتوسيد والبيونيدين أحادى جالاكتوسيد والمالفيدين أحادى الجالاكتوسيد ومالفينيدين أحادى الأرابينوسيد. وفى قمام المناقع أهم الأنثوسيانينات هى سيانيدين-٣-أحادى الجالاكتوسيد والبيونيدين-٣-أحادى الجالاكتوسيد، والسيانيدين-٣-أحادى الأرابينوكسيد والبيونيدين-٣-أحادى الأرابينوسيد. وعنب الاحراج cow berries يحتوى كميات كبيرة من سيانيدين-٣-جالاكتوسيد. وعنب الدب/عنب

الاحراج bilberries يحتوى أعلا كميات من كيــــو-٣-جلوكوســــيد Qu-3-glucoside والرامنوســيد والأرابينوسـيد. وأنـــواع الـــ Ericaceae المختلفة تحتوى كميات كبيرة من الكاروتينويدات المختلفة.

ومعظم المواد الطيارة التى تساهم فى عبير الآس المتميز هى ترانس-٢-هكسانول وترانس-٢-هكسانال واللينالول. وفى عنب الاحراج bilberry المواد الطيارة السائدة هى ترانس-٢-هكسانال وبيوتيرات إيثيل-٣-ميثايل وبيوتيرات إيثيل-٢-ميثايل. وفى قمام المناقع/الأويسة الأمريكى فإن بيوتيرات ٢-ميثايل نادرة ولكن α-تيربينيول يسود. والبنزالدهايد يساهم فى عبير قمام المناقع/الأويسة.

المناولة والتخزين handling & storage

تجمع الثمار باليد أو ميكانيكا وتفرز بالتعويم أو بطرق أخرى.

ومقاييس الجودة المقترحة للآس هى: ١- جـpH ٢,٢٥ - ٤,٢٥ ، ٢- حمض سيتريك ٠,٣ - ١,٣ ، ٣- مواد صلبة ذائبة أكثر من ١٠٪ ، ٤- نسبة المواد الصلبة الذائبة إلى الحمض ١٠ - ٣٣٪ ، ٥- التماسك أكثر من ٧جم لـ ٠,٠١ سم على مكنة إختبار انسترون instron ، ٦- الحجم أكبر من ١٠مم و٧- اللون ازرق مع أقل من ٠,٥٪ أنثوسيانين. أما جودة قمام المناقع/الأويسة فيحدد باللون خاصة العصير. وأن يكون أحلا وأغمق وموحد اللون للسوق الطازج وعبير زائد وتماسك وحجم موحد وكذلك الشكل والأحماض العضوية واللمعان. ويمكن تخزين قمام المناقع لعدة أشهر خاصة عند ٢-٤°م. ويمكن أن يجمد بالحجم bulk أو يعبأ فى ٠,٤٥كجم أكياس سيلوفان.

وثمار الآس تعبأ فى أوعية تلف بالسيلوفان أو ورق ينكمش ويزداد عمر الرف بإنزال الحرارة إلى صفر°م. وإنقاص درجة الحرارة يبطىء من التنفس والعمليات الأيضية الأخرى وينقص من نشاط كائنات العطب. بجانب أن إنبات جراثيم *Alternaria* و *Botrytis* يحدث ببطء على صفر°م بينما يقف إنبات جراثيم *Glomerella* تماماً.

وفى الآس إذا خفض أ₂ إلى ٢٪ ورفع ك أ₂ إلى ١٠ - ١٥٪ فإن هذا له تأثير طيب كما أن الغمس فى الكلور ومضادات الفطر (قاتلات) يمكن أن يقلل فساد مابعد الحصاد.

الإستخدامات الصناعية

الآس وعنب الإحراج bilberries : تؤكل كفواكه عقبة كما تعامل بمختلف المعاملات. وحوالى ٤٦٪ من آس عين الأرنب و٥٠٪ من آس الأجمة العالية تسوق طازجة والباقى يحفظ. وتقريباً كل آس الأجمة المنخفضة وقمام المناقع واللينجونبيرى تعامل.

وقمام المناقع يعمل صلصة. وكوكتيل قمام المناقع/الأويسة يشرب وحده أو مع منتجات عصير أخرى. كما يعمل قمام المناقع إلى شراب ومايشبه الزبيب (مجفف) وصبغة غذاء طبيعية حمراء والتى إستخدمت فى تحسين لون فطيرة الكريز.

والآس يستخدم كمالىء للفطائر والزبادى والجيلاتى والمَفِين muffin ومخاليط الباتكيك ويضاف الآس أيضاً إلى منتجات التجفيف. كما ينتج منه شراب ومربيات ومحفوظات بكميات محدودة.

واللينجونبيرى حامضية لاذعة ولكنها مأكلة بعد الطبخ وتستخدم فى العصير والمحفوظات والمربيات. وعنب الاحراج bilberry تستخدم طازجة أو فى عصير أو محفوظات أو فى النبيذ. كما تستخدم فى الأدوية لعلاج أمراض الكائنات الدقيقة. (Macrae)

والأسماء: بالنسبة لقمام المناقع/الأويسة: بالفرنسية canneberye وبالألمانية Moosebeere وبالإيطالية palude mortelladi وبالأسبانية arán dano qario.

وبالنسبة لعنب الدب/عنب الاحراج: بالفرنسية airelle/myrtille وبالألمانية/ Blaubeere Heidelbeere وبالإيطالية mirtillo وبالأسبانية arăndano. (Stobart)

عُنّاب jujube/zieria/zizphus

الإسم العلمى *Zizphus vulgaris*

الفصيلة/العائلة: سدرية Rhamnaceae

يعطى هذا الإسم لأشجار صغيرة وخشب من الجنس *Zizphus*. وتوجد فى الأجواء الحارة والجافة والأوراق مزغبة فى أحد وجهيها والثمار لحمية تشبه الزيتون لونها أخضر إلى بنى داكن ومنها أبيض حسن. وثمارها تقند أو تحفظ فى سكر أو عسل وبعضها الموجودة فى شمال أفريقيا والشرق الأوسط وتعرف بإسم شوك المسيح أو تاج الشوك Christ's thorn أو crown of thorns (*Z. spina christi*) تؤكل مجففة وثمار العناب الموريتانى (*Z. mauritania*) تعرف بإسم البلنح الصينى أو تسا tsa. وعنبيات العناب الأرجنتينى (*Z. mistal*) تكون أساس مشروب بوليفى تشيشا chicha. وأهم عناب أو العناب الصينى (*Z. jujuba*) وهو يوجد فى شرق الهند وماليزيا فثماره البيضية فى حجم ثمار الزيتون وتؤكل طازجة أو مجففة وتطبخ مع الأرز أو الدهن أو العسل أو الشراب وتغلى أو تخبز وتعمل جلاسية أو خبز. وثمار عناب اللوتس (*Z. lotus*) من أفريقيا الشمالية أكلها أهل اللوتس والتى ذكرها هومر. وهو يؤكل طازجاً. (Stobart ، قدامة)

عنبية الغار bay berry

الإسم العلمى *Myrica pensylvanica*

الفصيلة/العائلة: شمعيات/ميريكية Myricaceae (bay berry)

عشبى يتحمل متساقط الأوراق إلى عشب دائم الخضرة وأوراقه بيضية أو إهليلجية كامدة خضراء ١,٥ – ٣,٥ بوصة فى الطول وأحياناً لها شعر دقيق من تحت ويوجد الذكور والإناث على نباتات مختلفة.

والثمار فواحة عند سحقها ويعمل منها شمع وقبل زراعة حشيشة الدينار hopa كانت تستخدم الأوراق فى تنكيه البيرة وطبياً. ومنه أيضاً أنواع أخرى تؤكل *M. rubra* و *M. faya*.

عنز/معز goat

يوجد حوالى ٤-٥ مليون عنزة فى العالم، ٥٥٪ منها فى آسيا و ٣٣٪ فى أفريقيا و ٧٪ فى أمريكا الوسطى والكاريبيان.

قبيلة	tribe caprini
الإسم العلمى	*Capra hircus*

تقريباً لايوجد أى مانع دينى أو غيره يمنع من أكل لحم العنز. ومن لحم العنز الجدى kid ولحم الأنثى due ولحم الذكر الخصى castrated هى المفضلة. وتقليدياً العنز/المعز فى المناطق النامية إما تترك حرة أو ترعى مشتركة. وفى أفريقيا الجنوبية قد يصل العدد إلى عدة مئات وتبلغ نسبة الذكر واحد لكل ٢٥ أنثى.

خواص إنتاج اللحم
meat production characteristics

الخواص العامة التى تساعد على إنتاج اللحم هى:

١ - الأنثى تنضج مبكراً وتنتج عالياً ولها خصوبة جيدة ومقدرة على الأمومة.

٢- فصل تربية ممتد عادة بين المعز فى الإستوائيات وهذا مفيد لإنتاج اللحم.

٣- إلتماس العلف للعنز لأنها ترعى طيفاً أوسع من النباتات عن الحيوانات الصغيرة الأخرى وهذا يسمح لها بالبقاء فى الظروف المعاكسة.

٤- إلتماس الرعى يعطى إصابة بالطفيليات قليلة.

٥- العنز يستغل مصادر العلف المتاحة بإنتقاء فتستهلك المواد ذات المادة العضوية المهضومة بكفاية عند أو زيادة عن إحتياجات حفظها. وحجمها الصغير يمكنها من إستخدام الأعشاب/الجنيبات ورعى الجنيبات بأكثر كفاءة من الماشية.

٦- العنز عادة يهيىء للبيئة الساخنة فتتحمل الظروف القاسية فى الهواء وظروف درجات الحرارة العالية والرطوبة العالية فى الإستوائيات ولأن حجمها صغير ومساحة السطح إلى وزن الجسم كبيرة ومقدرتها على الإقتصاد فى الماء وغطاء الدهن تحت الجلدى المحدود وطبيعة غطائها الطبيعى الخاصة.

التربية وإختبار الأداء
breeding & performance testing

يمكن أن تربى المعز للذبيحة وخواص اللحم:

١ - خواص الأم dam وإنتاجها للبن ومعدل النمو قبل فطام الذرية.

٢- معدل النمو بعد الفطام للذرية فى مختلف الأعمار.

٣- كفاءة تحويل العلف ووزن الجسم للذرية الذكر تحت ظروف مناسبة.

٤- معدل النمو بعد الفطام للذرية الذكر تحت ظروف قياسية.

٥- التقدير الكمى والوصفى للذرية من الذكر.

التغذية والنمو nutrition & growth

الدواب المغذاه جيداً لها مقدرة على تحمل الطفيليات والأمراض ولها خصوبة جيدة مع نسبة موت منخفضة وتنمو جيداً وتعيش وإحتياجات المعز/العنز تحدد بحالتها الفسيولوجية. وعموماً فالعنز إذا قورنت بالحَمَل فليس لها معدل نمو عالٍ

فالعنز القزم الغرب أفريقى له معدل نمو ١٠ – ٣٠جم في اليوم على مختلف أنواع المرعى ولكنه بتحسين المرعى يمكن أن يرفع إلى ٧٠ وحتى ٢٠٠جم فى اليوم.

الخصوبة fertility

الخصوبة الجيدة ومقدرة الأمومة وفضل التربية الممتدة للأنثى فى المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية يسمح بالتزاوج مرتين فى السنة وثلاث مرات كل سنتين وبذا يمكن زيادة عدد الجدى للأنثى.

الإدارة العامة general management

إنتاج الحيوان يتحسن بإستخدام عوامل الإدارة الرئيسية: الرعى herding مقابل الرعى الحر؛ وضعها فى حظيرة ليلاً وإزالة الحيوانات غير المنتجة من القطيع والتربية المضبوطة والطرق الأكثر تقدماً مثل الإضافات والرعاية الطبية تؤتى ثمارها ولكن لها ثمنها وهنا يمكن أن يكون التدخل الحكومى.

الذبيحة وجودة اللحم وخواصه

carcass & meat quality & characteristics

المعز/العنز له خواص ذبيحة تختلف قليلاً عن الخراف. فذبيحة المعز عادة مظهرها لحمى lean وأقل انضماماً عن الخراف ولها نسب ذبيحة مختلفة مع نسيج كلى أقل موزع للأجزاء الخلفية عن الخراف. ولحم العنز مختلف أيضاً فهو محبب بخشونة coarser grained مع نكهة وعبير مختلفين ويمكن التعرف عليهما.

التدريج grading

توصيل اللحم بالجودة المتوقعة إلى المستهلك بطريقة موثوقة وذات كفاءة مهم فى تسويق اللحم. ويمكن تحقيق ذلك بجمع الذبائح من خواص ذات جودة متماثلة فى فئات معينة. ويؤخذ فى الإعتبار: الإختلافات الفسيولوجية نتيجة العمر نظراً لأن الحيوانات الصغيرة لها لحم أطرى بسبب ذوبان أكبر للكولاجين فى النسيج الضام والحيوانات الأكبر لها نكهة أقوى؛ وإختلافات جنسية نظراً للتجنب الأخشن للذكر والنكهة القوية لحيوان الذكر؛ وإختلافات فى الدهن تبعاً للجودة والإستساغة التى يعطيها الدهن للحم والإرتباط مابين الدهن وإتاء اللحم وإختلافات شكلية نظراً للقيمة التجارية وقيمة التنبؤ – ولو أنها محدودة – فى تحديد الإتاء.

وجودة الذبيحة تشير عادة إلى محتوى لحم أحمر/دهن وتكييف ومدى الضرر (الجرح والخراريج وعدوى الطفيليات) وجودة اللحم تشمل المظهر والتكوين فى ضوء اللحم الأحمر والدهن والنسيج الضام وفى القطع المعروضة للبيع ومحتوى العظم وجيد والقطارة والإستساغة والقيم الغذائية وسهولة المعاملة وعمر الرف.

نسبة التجهيز dressing percentage

إتاء الذبيحة هو قرينة إنتاج مهمة ويعبر عنه بنسبة التجهيز= (وزن الذبيحة ÷ الوزن الحى) × ١٠٠

ولكن حيث أنها تعبر عن نسبة بين الوزن الحي إلى وزن الذبيحة وهناك عوامل كثيرة تؤثر على هذا (مثل حجم القناة الهضمية وملأها وطريقة الذبح وكتلة اللحم والصوف وتوزيع دهن الجسم وخواص الجنس الثانوية) فنسبة التجهيز dressing percentage يجب أن تؤخذ بعناية والمقارنة يجب أن تجرى بين نفس الأنواع داخل أنواع التربية وداخل طرق الذبح. وهي تبلغ مابين ٤٠٪ في الحيوانات الصغيرة و٥٦٪ في الذكور كاملة النمو. وفي المناطق حيث تعتبر بعض مكونات الجسم غالية وجزءاً من الذبيحة (الرأس والأعضاء والأمعاء والجلد) فهي تصل إلى مابين ٦٦٪، ٨٢٪. وهي تزداد مع السن والكتلة والسمنة (زيادة الدهن) وكنتيجة لزيادة الطاقة المؤيضة لكل كيلو جرام من المادة الجافة في الجراية.

العضل muscle

نسبة العضل إلى العظم
muscle-to-bone ratio

ذبيحة العنز لها نسبة عضل-عظم أكبر مما يظهر من تكيفها/تهيؤها. وذبيحة أكبر ورجل أطول ينتج عنه ذبيحة أقل إنضماماً وهذا ماقد يؤدي إلى أعتبارها – خطأ – تعضيل muscling فقير. كما أن المعز له عضل أقل في الخلف عنه في الأمام. وهذا يمثل بتوزيع العضل في الذكر المخصي للعنز بور Boer وفي خراف الميرينو Merino في أفريقيا الجنوبية فهي بالتتابع: الأجزاء الأمامية ١٧,٣، ١٦,٢٪؛ العنق ٩,٣ ، ٨,٣٪؛ البدن البطني ventral trunck ٢٥,٨ ، ٢٠,٩٪؛ البدن الظهري ١٩,٣، ٢٠,٦٪ والعضل الخلفي ٣٨,٤ ، ٣٤,١٪. ومتوسط نسبة العضل-العظم في هذه الحيوانات على مدى وزن ١٠ - ٤١ كجم كان ٤,٧ : ١ و ٤,٤ : ١ بالتتابع. وقيم المعز كانت أكبر عن تلك المتحصل عليها في الذكور المخصية الداخلية indigenous من بوتسوانا والتي تراوحت من ٢,٦ : ١ إلى ٣,٣ : ١ والعنز الناضج الكامل كان له نسبة ٣,١ : ١ والإختلافات يمكن أن تعزى إلى تغذية أحسن.

جيد pH

عضل العنز يحتوي كلاً من ألياف العضل الهوائية الحمراء واللاهوائية (بيضاء) ويحدث لها التغيرات الكيموحيوية بعد الموت مثل الماشية والخراف. ونقص عضل المعز في جيد يتبع نظاماً مثالياً لذبيحة اللحم الأحمر ويثبت عند جيد ٥,٤. والإختلافات تحدث بسبب إختلافات في العضلات والجنس والضغط قبل الموت فالضغط قبل الموت يعطي لحماً غامقاً متماسكاً وجافاً مع جيد > ٦. والتغيرات الكيموحيوية تتصل بفقد المقدرة على ربط الماء حيث تصل قيم جيد نقطة التكاهر في بروتينات العضل وبدء التصلب الرمي rigor mortis وإطلاق وتنشيط إنزيمات البروتيولوتية خاصة الكاتبسين المسئولة عن إنضاج اللحم.

كولاجين collagen

ألياف عضل المعز أثخن وحزم الألياف أكبر عن تلك التي في الخراف مما يعطي لحم المعز حبيبات أخشن مميزة. وجشب لحم المعز عزى إلى تسويق الحيوانات الناضجة حيث الكولاجين في الأنسجة الضامة له مقدرة منخفضة للتجلتن gelatinize

تحت تأثير الحرارة والرطوبة. ولحم المعز أقل طراوة من لحم الخراف. ولحم المعز الانجورا Angora له نكهة مقبولة أكثر وأقل طراوة مع متبقى أقل من معز البور Boer ويمكن أن يقال أنه هذا يرجع إلى محتوى كولاجين أقل وذوبان أكثر قليلاً للكولاجين. وتقدير الكولاجين وحده لايفسر إختلافات الطراوة بل يدخل فى ذلك عوامل مثل حجم ليف العضل ونوع الشبكة المتكونة من الكولاجين وحالة إنقباض العضل.

التنشيط الكهربى electrical stimulation

ذبيحة المعز لها غطاء دهنى تحت جلدى عازل قليلاً وهى معرضة لجَشَب العضل خلال تأثيرات تقصير البرد cold shortening وهذا يمكن عكسه بالتنشيط الكهربى للذبيحة بعد الذبح مباشرة. فالتنشيط الكهربى يزيد من معدل هدم الجلوكوجين بعد الموت مستنفذاً مصدر الطاقة أ.ثلا.ف ATP لإنقباض العضل نظراً للحالة اللاهوائية. وتنقص خواص الإنقباض المتبقية ويتقدم التصلب الرمى وتنشط الإنزيمات المتعلقة بتهيئة اللحم. والتنشيط الكهربى لذبائح المعز - كما فى اللحم - يمكن أن يحسن طراوة اللحم ويسهل المعاملة المسرعة للذبائح بإزالة العظم ساخناً. ويحسن أن يكون ذلك بعد ساعتين من فترة تكييف دون أن يؤثر ذلك على العد البكتيرى الكلى أو الطراوة أو فقد الطبخ. ومزايا إزالة العظم ساخناً هى نقص فقد الكتلة فى المبردات وأقل مساحة مطلوبة للذبائح المبردة وأسرع فى تعبئة اللحوم.

قيمة المغذيات nutrient value

عضل المعز مغذٍ جداً وله قيمة بيولوجية عالية وتبلغ نسبة الرطوبة فى النسيج قليل الدهن lean الطازج مابين ٧٤ و ٧٦٪والبروتين والدهن والرماد هى بالتتابع ٢٠,٦-٢٢,٣٪ ، ٠,٦-٢,٦٪ و ١,٠-١,١٪. والأحماض الأمينية الضرورية المقدرة فى البروتينات (مجم/جم): أرجنين ٧٤ وهستيدين ٢١ وأيزولوسين ٥١ ولوسين ٨٤ وليسين ٧٥ وميثيونين ٢٧ وفينيل ألانين ٣٥ وثريونين ٤٨ وتربتوفان ٦٥ وفالين ٥٤.

ويعطى الجدول (١) أهم المعادن فى العضل وبعض الأجهزة فى ذكر الماعز واللحم الأحمر مصدر جيد للحديد وحديد الهيم يبلغ ٥ - ١٠٪ ومحتويات الفيتامينات ثيامين وريبوفلافين ونياسين تبلغ (مجم/١٠٠جم) بالتتابع: ٠,١ ، ٠,٥٦ ، ٣,٦ وهى تقارن جيداً بالماشية والحمل والعجل (العجل ربما كان أغنى بعض الشيء فى النياسين). ومتوسط القيمة البيولوجية للحم العنز هو ٦٠,٤ والبقر ٦٨,٦ (مقاساً على أساس إعتبار١٠٪ متوسط البروتين للفئران) ومعامل الهضمية لبروتينات اللحم ٩٧٪ معطياً اللحم المتناول حرارة إحتراق ١٧,٨٧ جول/جم. وتأثير الطبخ على العضل يتوقف على الطريقة والزمن ودرجة الحرارة. وإستجابة اللحم للمعاملة الحرارية يختلف فى العضلات المختلفة وتأثير ماقبل وبعد الموت. وعموماً فدرجات حرارة أقل من ١٠٠ °م تؤثر على الإستساغة ولكنها لاتنقص من القيمة الغذائية للحم بشدة.

جدول (١): متوسط تركيز المعادن (مجم/١٠٠ جم) فى العضل وبعض الأجهزة فى المعز.

المعدن	العضل	الكبد	الكلوة	القلب	الطحال	المخ
كالسيوم	١١	١٠,٠٦	١٣,٥٨	٧.٧	١١,٤٧	٤٦,٩٩
فوسفور	١٥٥,٥	٢٦٣,٩	١٦٨,١	١١١,٧١	٢١٤,٠٣	٢٤٥,٦٤
مغنيسيوم	١٩,٧	١٥,٠٨	١٠,١٩	٩,٦٣	١٥,٢٨	١٢,٨٢
بوتاسيوم	٣٥٠	١٨٨,٥٥	١٢٢,٢٦	١٠٠,١٥	١٩٤,٩	٢٧٧,٦٨
صوديوم	٦٤,٤٨	٥٨,١٨	١٤٨,٦٨	٣٨,٥٢	٥٩,٣٨	١٣٦,٩٢
نحاس	٠,٣٠	٨,٢٨	٠,٥٢	٠,٥٣	٠,٤١	٠,٤٠
خارصين	٣,٥١	٢,٩٩	٢,٦١	١,٤١	٢,١٩	١,٤٠
حديد	٤,٣٧	٧,٨٢	٩,٧٨	٤,٤٠	٣٤,٧٩	٣,٠٧
منجنيز	٠,٠٨٧	٠,٦٦	٠,١٩	٠,٠٩٨	٠,١٥٩	١,٣٢
مادة جافة (٪)	٢١,٩٠	٢٥,١٤	١٦,٩٨	١٩,٢٦	١٩,١١	٢١,٣٦

الدهن fat

الدهن أساساً مادة نسيج أيضى بمعنى أن الجليسريدات الثلاثية فى خلايا الدهن تُحَرَك فتشترك فى أيض الدهن بدلاً من الوظيفة الميكانيكية. كما توجد الفوسفوليبيدات والكوليسترول فى أغشية الخلايا وتركيبات أغشية مابين الخلايا.

وتكوين الدهن يحدث بطريقة تفاضلية مابين المستودعات الدهنية والدهن الأمعائى visceral fat هو أول دهن يتكون ويتبعه داخل العضلات وتحت الجلد ومابين العضلات. وذبائح المعز لها ميزة إنخفاض الدهن تحت الجلدى ونسبة عالية من الدهن مابين العضلات مما يعطى الذبيحة مظهراً قليل الدهن lean. وبالنسبة للدهن الكلى فالمعز ليست من الضرورى أقل من الخراف فى درجة واحدة من دهنية الجسم (٢١٪ من وزن الجسم الفارغ) وكانت ذبائح معز البور boer ٢٢٪ ودهن الذبيحة ٦,٧٪ فى الدهن تحت الجلد بينما خراف الدوربر Dorper والميرينو Merino من أفريقيا الجنوبية كانت ٢٤٪ دهن (لكليهما) مع ١٢,٧٪ و ١٠,٤٪ دهن تحت جلدى بالتتابع. وتغطية الذبيحة الفقير بالدهن يجعل الدهن تحت الجلدى - وهو متنبىء يعتمد عليه فى ذبائح الحمل والخراف - غير مناسب لتقسيم وتدريج ذبائح الماعز.

ودهن الذبيحة يختلف كثيراً ويتأثر بـ:

١- الجنس: الذكور أقل دهنية leaner عن الإناث وعن الذكور المخصية.

٢- التغذية: كلما زاد تناول الطاقة الأيضية كلما كانت الذبيحة مدهنة.

٣- العمر: إزدياد الدهنية إلى النضج هى ظاهرة للنمو العادى فى جميع الأجناس.

٤- الحالة الفسيولوجية: المعز المرضعة تهدم إحتياطيات الدهن وتصبح أقل دهنية leaner؛ والمرض وحالات الضغط تقلل الشهية مسببة إن إحتياطيات الجسم من الدهن تستخدم .

٥- النشاط الفيزيقى: الرعى وحين يحدث التنافس على التزاوج يزيد إستخدام الطاقة منتجاً ذبائح أقل دهنية leaner؛ والحيوانات فى الحظائر تُكَوِن الدهن أسهل منتجة ذبائح أكثر دهنية.

جودة الدهن fat quality

الخواص الكيماوية والفيزيقية للدهن تؤثر على الخواص العضوية الحسية وخواص الحفظ فى اللحم. ودرجة التشبع فى الدهن تؤثر على معالم الجودة فهى تتصلب بسهولة وتؤثر على إستساغة اللحم. والدهون غير المشبعة يسهل أكسدتها والأكسدة الكيماوية المباشرة أقل أهمية فى اللحم عن عمل الليبازات التى تشق الأحماض الدهنية من الجليسريدات الثلاثية. ومعدل الأكسدة الذاتية يزيد بزيادة عدد الروابط المزدوجة مما يزيد إحتمال التأثير على النكهة والرائحة. والأكسدة الكيماوية تطلق بيروكسيدات مع شقوق حرة (رأأ˙ ROO˙، رأ- ˙RO، أيد˙-- ˙OH) والتى قد تتفاعل لتسبب ضرر البروتين والإنزيمات والدهون الأخرى والفيتامينات. وفى لحم المعز - كما فى اللحوم الحمراء الأخرى ذات نسبة ليبيد-هيم منخفضة فإن مركبات الهيم يمكنها تثبيت بيروكسيدات الشقوق الحرة وتعطى تأثيراً مضاداً للأكسدة.

وبروفيل الأحماض الدهنية طويلة السلسلة للحم المعز يظهر أن حمض الأولييك (ك١٨: ١) هو الأكثر وجوداً والبالمتيك (ك١٤: صفر) والاستياريك (ك١٨: صفر) نسبهما عالية نسبياً. والتأثيرات الغذائية على بروفيل الأحماض الدهنية فى المجترات أقل منه فى الحيوانات ذات المعدة الواحدة نظراً للهدرجة الحيوية وتخليق أحماض دهنية فى المعدة الأولى. ويظهر أن التغذية تحدث آثاراً دقيقة فى المجترات بما فيها الماعز وإختلاف كل حمض دهنى فى الجدى يمكن أن يعزى إلى خواص المعدة الوحيدة للحيوانات المرضعة والتى تكون حساسة للمؤثرات الغذائية. وفى ماعز البوير Boer البالغة المخصية حمض الاستياريك والأولييك فى تحت الجلد الدهنى ودهن الكلوة إستجابت لخمسة مستويات طاقة (٧,٥ ، ٨,٤ ، ٩,٣ ، ١,٣ ، ١١,٢ ميجاجول طاقة مؤيضة/كجم مادة جافة ME kg^{-1} DM) غذيت لمدة ٩٠ يوماً فحمض الاستياريك نقص من ١٩,٤٨ إلى ١١,٥٢٪ (إحتمال <٠,٠٥) وحمض الأولييك زاد من ٣٦,٩٨ إلى ٤٦,٧٨٪ (إحتمال <٠,٠١). وبالمثل فإن نوع المرعى أثر فى مستويات حمض الميريستيك (١٤ : صفر) والهبتاديكانويك (١٧ : ١) واللينولييك (١٨ : ٢) (إحتمال < ٠,٠١) والاستياريك (إحتمال <٠,٠٥) فى دهن تحت الجلد فى مجموعات خراف الميرينو الجنوب أفريقية المخصية wethers بعد أن رعت ثمانية مراع مختلفة لمدة

٨٤ يوماً. وفى كل من الماعز والخراف حمض الأولييك كون معظم النسب (٤٢,٩ ، ٣٢.٧٪) من الدهن تحت الجلدى. وفى الماعز حمض البالمتيك (١٦ : صفر) ٢٣,٩٪ وحمض الاستياريك (١٨: صفر) ١٥,٣٪ بينما فى الخراف فإن النسب كانت ٢٢,٩٪، ٢٥,٩٪ بالتتابع. فواضح أن هناك مدى لبروفيل الأحماض الدهنية فى لحم الماعز، فمثلاً مستويات حمض الاستياريك تراوحت مابين ١١,٥، ٢٦,٤٪ وحمض الأولييك مابين ٢١,٦، ٤٦٪.

ولحم الماعز به دهن به ω-٦ ω-6 ، ω-٩ ω-9 عديد عدم التشبع وهذا له تأثير إيجابى على النواحى المرتبطة بالتغذية فى الإنسان خاصة فيما يتعلق بتأثير الدهون على جهاز المناعة. ومتوسط مستويات ١٨ :صفر ω-٦ ω-6 ، ٢٠ : ١ ω-٩ ω-9 ، ٢٠: ٤ ω-٦ ω-6 فى دهن تحت الجلد للماعز على أربعة أغذية مختلفة كان ٣,١٢ و ٠,٨٩ و ١,١٨٪ بالتتابع.

ودهن الأمعاء أكثر تشبعاً من الدهن تحت الجلد كما هو موضح فى الفرق مابين الأحماض الدهنية فى الدهن تحت الجلدى والكلوة ونسبة غير المشبع : للمشبع فى الدهن تحت الجلدى فى الماعز كانت ١,١١ وفى الخراف ٠,٦٧. والدهن من العضلة الصدرية ثلاثية الرؤوس triceps brachii والثنائية الفخدية biceps femoris والعضلات المائلة الداخلية للماعز الكورية إحتوت على ٥٥,٢ – ٥٩,٦٪ ك١٨:١ ، ٢٤,٥ – ٢٥,٦٪ ك١٦:صفر . وسادت الأحماض الدهنية غير المشبعة وتراوحت مابين ٦٨,٥ ، ٧٢,٣٪ وكانت نسب حمض الأولييك أعلا قليلاً فى الدهن تحت الجلدى ومابين العضلات والكلوة فى الماعز السودانى عن الخراف. والأحماض الدهنية خاصة ك١٨، ك١٨:٢ تؤثر على نكهة الحَمْل وكلا من حمضى ٤–ميثيل اوكتانويك 4-methyloctanic و ٤–ميثيل نونانويك 4-methylnonanoic يظهر أنها تساهم فى رائحة لحم الخراف والماعز.

القيمة الغذائية nutrient value

إستهلاك طاقة زائد عن حاجة الجسم الفسيولوجية يؤدى إلى السمنة وحمض اللينولييك (ك١٨:٢) واللينولييك (ك١٨:٣) والأراكيدونيك(ك٢٠:٤) توجد فى جدر الخلايا والسبحيات والمواقع النشطة أيضياً تعتبر ضرورية فى الغذاء حيث أن الجسم لايستطيع تكوين هذه الأحماض الدهنية طويلة السلسلة متعددة عدم التشبع. والأحماض الدهنية يظهر أنها قريبة جداً من جهاز الإستجابة المناعى وإستهلاك زائد من دهن الغذاء غنى فى ω -٦ ω-6 أحماض دهنية عديدة عدم التشبع أظهر أنها تحتوى خواص كبح مناعية مؤثرة على وظيفة المناعة فى المرض. بينما الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع ω–٣ ω-3 لها تأثير مضاد للإلتهاب كما تخفض خواص الكبح المناعية. ودهن الماعز منخفض فى ω–٦ ω-6 ،ω –٩ ω-9 أحماض دهنية غير مشبعة.

الطبخ cooking

الطبخ العادى يغير من تكوين دهن الحيوان ويزيد من التركيز كمصدر للطاقة والخفض يمكن أن يكون ٢٠ – ٣٥٪ ومنه ٧٠ – ٨٠٪ فقد. والأنسجة

الدهنية في اللحم المطبوخ هي مركزة حوالي ثلاثة أمثال كمصدر للطاقة كالنسيج الأحمر المطبوخ مع إختلافات في القطعيات.

المعاملة processing

تقليدياً معاملة اللحم هي طريقة لمد عمر الرف (المحافظة) وإنتاج مواد يمكن إستخدامها فيما بعد وفي أماكن أخرى. وهو يهدف إلى إنقاص النشاط الإنزيمي في اللحم ويؤخر أكسدة الدهن ويمنع الفساد بالكائنات الدقيقة وهذا يحدث خلال التجفيف والمعالجة بالأملاح أو بالتدخين وكذلك عمل السجق حيث يطحن إلى درجات مختلفة ولحم الماعز حفظ بواحد أو بإرتباطات مختلفة من هذه المعاملات.

وقد وجد أن إستبدال حتى ٤٠٪ من لحم البقر بلحم من ماعز الأنجورا كان مقبولاً في الفرانكفورتر فقد كان لفرانكفورتر الماعز خواص فيزيقية جيدة فقد كانت متماسكة ورجوعة/مرنة وتأيضي spongy بالضغط عليه بقدم الأصبع مع "قضمة" متماسكة وله قوام مرغوب في السجق المستحلب وهذه الفرانكفورتر تحتفظ بشكلها خلال التقشير والتعبئة.

وسجق فيينا المصنع من لحم أنثى ناضجة (ستة أسنان) كانت خواص إستساغته مختلفة عن ذلك المصنع من لحم البقر والإختلافات في الخواص الفيزيقية والقوام تعزى إلى خواص في اللحم الطازج وأرداف الأنثى الناضجة (ستة أسنان) إذا قورنت بذلك المصنع من لحم البقر (الجانب الفضي silver side) (سنتين) كان لها عبير وطراوة وعصيرية ومذاق أعلا (إحتمال <٠,١) ولم يوجد فرق في الذبيحة وكان تقدير الصفر ٣,٥٤ مع إنحراف معياري قدره ٠,٦ على مقياس من صفر – ٥ بينما نال البقر ٢,٩٦ ± ٠,٩٧. ومعاملة العضل الساخن له مزاياه فعضل قبل التيبس الرمي له مقدرة أكبر على الإحتفاظ بالماء وخواص أحسن في إستحلاب الدهن وينتج سجقاً له فقد رطوبة أقل ويصطلب عند الطبخ. ومحتوى الفطائر patty له تأثير على فقد الذبح والنكهة والقوام والجودة والتقبل عامة. وأحسن نسبة للدهن ٢٠٪. ويمكن تحسين جودة لحم المعز المطحون الساخن الدافيء ٣ ساعات بعد التيبس الرمي بإضافة ٢٪ كلوريد صوديوم و ١٪ رابع صوديوم عديد الفوسفات فيزداد جيد جوهرياً وكذلك مقدرة الإحتفاظ بالماء والبروتينات الذائبة في الماء ونقص فقد الطبخ وتحسنت الحمرة والمظهر العام. ويمكن أن يثبط نمو البكتيريا بالمعاملة بالأمونيا على تركيزات ٠,٤٠٢–٠,٦٧ جزيئي وكان التأثير على البكتيريا الموجبة لجرام.

(Macrae)

لبن الماعز goat's milk

أكثر الناس يشربون لبن الماعز أكثر من أي نوع آخر وحده. ويتأثر لبن الماعز caprine بعدد من العوامل منها السلالة والحيوان داخل السلالة والغذاء والفصل ومرحلة الرضاعة والبيئة وعوامل الإدارة. ولبن الماعز يحتوي على المتوسط ١٢,٢٪ مواد صلبة كلية (٣,٨٪ دهن، ٣,٥٪ بروتين، ٤,١٪ لاكتوز و ٠,٨٪ رماد) (الجدول ١) وهناك علاقة عكسية بين الإتاء وتركيز الدهن والبروتين والمواد

الصلبة غير الدهنية مع مراحل الرضاعة (كما هو الحال مع لبن البقر). والمكونات الرئيسية عالية في مراحل الرضاعة الأولى وتنزل بسرعة ثم تصبح منخفضة لمدة مختلفة ثم تزيد عند نهاية الرضاعة أما اللاكتوز فلايظهر تغييراً كبيراً أثناء الرضاعة.

الجدول (١): التكوين التقريبي للبن الماعز والبقر (القيم لكل ١٠٠جم).

المكون	لبن الماعز	لبن البقر	لبن الإنسان
دهن (جم)	٣,٨	٣,٦	٤,٠
بروتين (جم)	٣,٥	٣,٣	١,٢
كازين (جم)	٢,٥	٢,٨	٠,٤
لاكتوز (جم)	٤,١	٤,٧	٦,٩
رماد (جم)	٠,٨	٠,٧	٠,٢
مواد صلبة (جم)	١٢,٢	١٢,٣	١٢,٣
طاقة (كيلوجول)	٢٩٤	٢٩٠	٢٨٦

تكوين المغذيات الكبيرة
macronutrient composition

الدهن lipids

تكوين وتوزيع الدهن في لبن الماعز يشبه ذلك الخاص بلبن البقر (الجدول ١) بينما أجزاء لبن الماعز الفرز تحتوي دهناً حراً أكثر جوهرياً عن لبن الفرز البقري. ولبن الماعز له قدرة فقيرة على الكريمية خاصة في درجات الحرارة المنخفضة نظراً لحبيبات الدهن ونقص الملزز agglutinin (هو مادة مُعَلِّقِدة clustering agent). ودهن لبن الماعز له محتوى أحماض دهنية قصيرة (ك$_{٤}$ -ك$_{١٢}$) أعلا من لبن البقر (تقريباً ١٥٪ ضد ٩٪) (الجدول ٢).

والليبازات تهاجم الروابط الاستيرية لهذه الأحماض الدهنية أسهل من السلاسل الطويلة. وفي لبن الإنسان حمض البالمتيك (ك$_{١٦:صفر}$) مؤستر بالأفضلية في الموضع٢ من الجليسريد الثلاثي بينما في دهن لبن الماعز ولبن البقر فإنها موزعة توزيعاً متساوياً في المواقع الثلاثة. وكما في لبن البقر معظم الكوليسترول في لبن الماعز في الحالة الحرة مع نسبة صغيرة من الاستر ٥٢,٢ مجم/١٠٠جم دهن وهي حوالي ٠,٤٪ من الدهن الكلي. وتكوين الأحماض الدهنية لاسترات الكوليسترول (جدول ٢) يبين أن استرات الكوليسترول في لبن الماعز لها نسبة أعلا من أحماض البالمتيك والأوليك عن لبن البقر ولبن الماعز الكامل. وكريمة الماعز تحتوي على ٩٧ - ٩٩٪ دهن حر و ١-٣٪ دهن مرتبط وهي نسبة يمكن مقارنتها بلبن البقر. والدهن الحر يحتوي ٩٦,٨٪ جليسريدات ثلاثية ٢,٢٪ جليسريدات ثنائية و ٠,٩٪ جليسريدات أحادية بينما الدهن المرتبط بـه ٤٦,٨٪ دهن متعادل و ٨,٥٪ دهن كربوايدراتي glycolipids و٤٤,٧٪ فوسفوليبيدات. ولبن الماعز يحتوي ١,٦٪ دهون قطبية بين الدهون الكلية ومن الدهون القطبية تكون الدهون الكربوايدراتية ١٦٪ بينما هي ٦٪ في لبن البقر. والفوسفوليبيدات بما فيها فوسفاتيديل إيثانولامين phosphatidyl ethanolamine والفوسفاتيدل كولين والأسفنجوميلين يحتوي كميات مختلفة من أحماض ك$_{١٨:٣}$ إلى ك$_{٢٤:صفر}$ والمشابهات الموضعية للـ سيس وترانس أوكتاديكانوات *cis & trans* octadecanoate توضح أن ٨٦٪ من أحماض

سيس ك ١٨:١ هى أوليات (ω-٩ 9-ω) فى لبن الماعز مقابل ٩٥,٨٪ فى لبن البقر. وكلا لبن الماعز ولبن البقر يحتوى كميات كافية من الأحماض الدهنية الأساسية.

البروتين protein

لبن الماعز به بروتين أكثر ولكن كازين أقل قليلاً إذا قورن بلبن البقر (جدول ١). ولبن الماعز ولبن البقر ولبن الإنسان لها بروفيلات بروتين وتكوين أحماض دهنية عامة متشابهة ويكون لبن الماعز خثرات أطرى وأكثر تفتتية friable عن لبن البقر عندما يحمض. ولبن الماعز الألبى Alpine كان له نتروجين كلى أقل ولكن نتروجين غير بروتينى أعلا عن لبن البقر مما يبين أن الإختلافات فى الأنواع والسلالات داخل الأنواع هى جوهرية لتوزيع النتروجين. ومحتوى اللبن ومحتوى النتروجين والفوسفات فى لبن الماعز النوبى متصلة إتصالاً مباشراً بمقدرة تنظيم أعلا عن الألبان الأخرى. والبروتينات الخمسة الرئيسية فى لبن الماعز هى $\alpha_{س٢}$-كازين α_{s2}-casein و β-كازين، K-كازين و β-لاكتوجلوبيولين و α-لاكتالبيومين حيث β-كازين يكون ٥٠٪ من الكازين الكلى. ولبن الماعز يحتوى على كميات أقل من بعض الإنزيمات عن لبن البقر وذلك مثل الريبونيكلياز والفوسفاتاز القلوى والليباز وأكسيداز الزانثين.

اللاكتوز lactose

تركيز اللاكتوز فى لبن الماعز العادى هو تقريباً ١٣٠ ميللى جزىء أو حوالى ٤ - ٤,٤٪ وهذا أقل بعض الشىء عن المستوى الذى يوجد فى لبن البقر.

جدول (٢): تكوين الأحماض الدهنية فى الدهن الكلى وأسترات الكوليسترول فى لبن الماعز مع مقارنته بلبن البقر.

الحمض الدهنى	لبن الماعز		لبن البقر	
	الدهن[أ] الكلى	استرات[ب] كوليستيرول	الدهن[أ] الكلى	استرات[ب] كوليستيرول
ك٤:صفر	٢,٦		٣,٣	
ك٦:صفر	٢,٩		١,٦	
ك٨:صفر	٢,٧		١,٣	
ك١٠:صفر	٨,٤	٥,٢	٣,٠	٢,٩
ك١٠:١	آثار	آثار	آثار	٠,٣
ك١٢:صفر	٣,٣	٤,٢	٣,١	٤,١
ك١٢:١	آثار	١,٠	آثار	٠,٢
ك١٣:صفر	آثار	آثار	آثار	آثار
ك١٣:١	آثار	٠,٩	آثار	١١,٠
ك١٤:صفر	١٠,٣	٩,٢	٩,٥	٦,٩
ك١٤:١	آثار	١,٤	آثار	٠,٥
ك١٥:صفر	آثار	١,٣	آثار	٢,١
ك١٥:١	آثار	آثار	آثار	٢,٦
ك١٦:صفر	٢٤,٦	٣٩,٣	٢٦,٥	٣٦,٩
ك١٦:١	٢,٢	آثار	٢,٣	١١,٩
ك١٧:صفر	آثار	آثار	آثار	آثار
ك١٨:صفر	١٢,٥	٩,٠	١٤,٦	٦,٧
ك١٨:١	٢٨,٥	٢٦,٥	٢٩,٨	١٣,٧
ك١٨:٢	٢,٢	٢,١	٢,٥	١٠,١

أ: جم/١٠٠ جم دهن.

ب: جم أحماض دهنية/١٠٠ جم استرات كوليستيرول. واسترات الكوليستيرول جزء صغير (تقريبا ٠,٤٪) من الدهون الكلية.

الرماد والمعادن الكبيرة
ash & macronutrients

الرماد الكلى للبن الماعز أعلا قليلاً من لبن البقر وعادة يتراوح مابين ٠,٧٠ إلى ٠,٨٥ ٪ وهو ولبن البقر أعلا ٣ – ٤ مرات عن لبن الإنسان ولبن الماعز يحتوى حوالى ١٣٤مجم كالسيوم ، ١٤١مجم فوسفور/١٠٠جم (الجدول ٣). ويحتوى لبن الإنسان على ٤/١ إلى ٦/١ من هذه المعادن. ولبن الماعز أعلا فى الكالسيوم والفوسفور والبوتاسيوم والمغنيسيوم والكلور وأقل فى الصوديوم الكبريت عن لبن البقر.

تكوين المغذيات الصغرى
micronutrient composition
المعادن الآثار trace minerals

تتأثر تركيزات المغذيات الآثار فى ألبان الحيوانات بالغذاء والسلالة والحيوان وطور الرضاعة وهى فى هذا تختلف عن مغذيات المعادن الكبيرة. واللبا يحتوى عادة على ٢ إلى ٤ مرات حديد ونحاس ومنجنيز وخارصين الموجود فى اللبن الناضج. ومعظم الألبان بما فيها لبن الإنسان ينقصها الحديد ولبن الماعز الناضج الطازج به ٠,٠٧مجم/١٠٠جم ومن الخارصين ٠,٥٦ مجم/١٠٠جم (جدول ٣) وهو أعلا نسبة بين المعادن الآثار. ولبن الماعز يحتوى نسب أعلا من المنجنيز ونسب أقل أو مقارنة من الموليبيدينم واليود والنحاس مع لبن البقر.

جدول (٣): محتوى المعادن والفيتامينات فى لبن الماعز مقارناً بلبن البقر والإنسان (الكميات/١٠٠جم).

المكون		لبن الماعز	لبن البقر	لبن الإنسان
المعادن				
كالسيوم	(مجم)	١٣٤	١٢٢	٣٣
فوسفور	(مجم)	١٤١	١١٩	٤٣
مغنيسيوم	(مجم)	١٦	١٢	٤
بوتاسيوم	(مجم)	١٨١	١٥٢	٥٥
صوديوم	(مجم)	٤١	٥٨	١٥
كلور	(مجم)	١٥٠	١٠٠	٦٠
كبريت	(مجم)	٢,٨٩	–	–
حديد	(مجم)	٠.٠٧	٠,٠٨	٠,٢٠
نحاس	(مجم)	٠,٠٥	٠,٠٦	٠,٠٦
منجنيز	(مجم)	٠,٣٢	٠,٠٢	٠,٠٧
خارصين	(مجم)	٠,٥٦	٠,٥٣	٠,٣٨
يود	(مجم)	٠,٢٢	٠,٠٢١	٠,٠٠٧
فيتامينات				
فيتامين أ	(وحدة دولية)	١٨٥	١٢٦	١٩٠
فيتامين د	(وحدة دولية)	٢,٣	٢,٠	١,٤
ثيامين	(مجم)	٠,٠٦٨	٠,٠٤٥	٠,٠١٧
ريبوفلافين	(مجم)	٠,٢١	٠,١٦	٠,٠٢
نياسين	(مجم)	٠,٢٧	٠,٠٨	٠,١٧
حمض بانتوثينيك	(مجم)	٠,٣١	٠,٣٢	٠.٢٠
فيتامين ب٦	(مجم)	٠,٠٤٦	٠,٠٤٢	٠,٠١١
حمض فوليك	(ميكروجرام)	١,٠	٥,٠	٥,٥
بيوتين	(ميكروجرام)	١,٥	٢,٠	٠,٤
فيتامين ب١٢	(ميكروجرام)	٠,٠٦٥	٠,٣٥٧	٠,٠٣
فيتامين ج	(مجم)	١,٢٩	٠,٩٤	٥,٠٠

الفيتامينات vitamins

لبن الماعز يحتوى كميات أكبر من فيتامين أ عن لبن البقر وذلك لأن الماعز يحول كل الكاروتين إلى فيتامين أ مما يعطى لبناً مبيضاً. وهو يعطى كميات كافية من فيتامين أ والنياسين وزيادة من الثيامين والريبوفلافين والبانتوثينات (الجدول ٣) ولكن كميات فيتامينات ج ، د، ب١٢ والفولات والبيريدوكسين ناقصة. ولو أن نقص فيتامين ب١٢ قد عزى إلى فقر دم لبن الماعز فى الأطفال الذين غذوا على لبن الماعز فإن السبب الأساسى هو نقص الفولات والتى هى ضرورية لتخليق الهيموجلوبين.

الطاقة energy value

ألياف الماعز والبقر والإنسان متساوية فى محتواها من الطاقة وهى تعطى حوالى ٢٨٥٠ – ٣١٧٠ كيلو جول/لتر (الجدول ١). وإختلافات نسب الطاقة تأتى من اللاكتوز والبروتين ففى لبن الماعز ولبن البقر الدهن والبروتين واللاكتوز هى حوالى ٥٠ ، ٢٥، ٢٥٪ من الطاقة بالتتابع بينما هى ٥٥، ٧٠، ٣٨٪ فى لبن الإنسان. وقيم الطاقة للبن الألمانى الملون yawn وللقزم الغرب أفريقى والسانين saanen وللماردى (لبن ماعز) هى ٢٨٦، ٤٣٤، ٢٥٣، ٣٢٨ كيلو جول/١٠٠جم بالتتابع.

القيمة الغذائية لمنتجات لبن الماعز
nutritional values of goat's milk products

التكوين الغذائى للبن الماعز يوجد فى جداول (١، ٣).

منتجات لبن الماعز المصنعة والمخمرة
manufactured & fermented goat's milk products

الجبن cheese: يوجد ٤٠ نوعاً من الجبن ونسبة المغذيات الرئيسية تتراوح مابين الرطوبة ٢٥,٩ – ٦٤,٣٪ والدهن ١٨,٣ – ٣٦,٨٪ والبروتين ١٦,٧ – ٣١,٩٪ والرماد ١,٣٢ – ٤,١١٪. و ٣١٢ الأصناف تنتسب للجبن الطرى. وهناك إختلافات كبيرة فى الفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والصوديوم والكلوريد والحديد والألومنيوم والخارصين.

الجيلاتى ice cream: هناك محاولات لتكوين جيلاتى من نكهات مختلفة وخليط الفانيليا الفرنسية إحتوى على ١٤٪ دهن و١٠٪ مواد صلبة غير دهنية و١٨٪ مُحَلِى (١٢٪ سكروز، ٦٪ مكافىء دكستروز شراب الذرة من المواد الصلبة)، ١,٤٪ مواد صلبة من صفار البيض، ٠,٢٥٪ مثبت-مستحلب. وفى محاولة أخرى إحتوى الخليط على ٦٦٤,٩ جم لبن ماعز طازج كامل، ١١٩,٤جم دهن لبن البقر و ٢٣,٤جم مواد دهنية غير صلبة من لبن البقر، ٢٩,٦ جم مسحوق شرش البقر، ١١٢,٥ جم سكر، ٤٦,٩ جم شراب ذرة و ٣,٣ جم مُثبت. وكان هذا الخليط مقبولاً وقد أنتجت ثلاث نكهات الفانيليا والفروالة والشيكولاتة.

الزبادى yoghurt: أحد أنواع الزبادى من لبن الماعز يحتوى على ٣,٢٨٪ بروتين و١,٤١٪ دهن، ٧,٦٤٪ كربوايدرات و ٢٣٥ كيلو جول من الطاقة و ١٢٥ وحدة دولية فيتامين أ و ١٠٨مجم كالسيوم/ ١٠٠جم مع مركبات أخرى.

منتجات مصنعة أخرى: ينتج من لبن الماعز كميات من لبن مبخر ومن لبن مجفف بالرذاذ ولكن المعلومات قليلة عن المعالم التغذوية والتصنيعية للزبد واللبن المكثف والمبخر والمجفف.
(Macrae)

عان

معونة غذائية للطوارىء
food aid for emergencies

يحتاج الأمر إلى معونة غذاء طارئة عندما تُزْعَجْ حياة الناس بكوارث طبيعية أو من عمل الإنسان ويحتاجون إلى مساعدة غذائية حتى الوقت الذين يستطيعون فيه إبتداء طريقهم في الحياة من جديد.

إحتياج المساعدة الغذائية للطوارىء

تحتاج المساعدة الغذائية للأعداد المتزايدة من المهاجرين والذين تسبب الحرب أو الجفاف وفشل المزروعات أن يرتحلوا داخل بلدهم أو خارج حدودها ويعتمدوا على المجموعة الدولية في إحتياجاتهم الغذائية الأساسية.

وإحتياج المعونة الطارىء يختلف عن المساعدة الغذائية للتقدم. فإحتياج المعونة الطارىء كون ٢١,٢٪ من كل المساعدة الغذائية كحبوب في العالم بينما برنامج المساعدة الغذائية كون ٥٤,٦٪ وبرنامج مشروع المساعدة الغذائية ٢٤,٢٪. وهناك ثلاثة أنواع من الطوارىء تتطلب المساعدة الغذائية وضعت بواسطة برنامج الغذاء العالمي (هيئة الأمم): كوارث طبيعية مفاجئة وجفاف وتشمل المحاصيل وكوارث من عمل الإنسان نتيجة الحرب والعصيان المدنى. وقد كونت الكوارث الطبيعية ٣٪ فقط بينما الجفاف ويشمل المحاصيل كونت ٢٣٪ وكوارث من عمل الإنسان كون ٧٤٪ في سنة ١٩٩٠.

مصدر المعونة الغذائية فى الطوارىء

نصف معونة الغذاء فى الطوارىء يتناولها برنامج الغذاء العالمى ويأتى معظمه من زيادة إنتاج فى البلاد المتقدمة. وفيما عدا مايخص اللاجئين حيث الشحن يمكن أن يعد مقدماً فإن إعطاء الغذاء فى الطوارىء صعب التحقيق وهو إما أن "يُقْتَرَض" من البلد من مخازن معدة لغرض آخر أو مراكب حاملة أغذية إلى مكان آخر توجه إلى حيث الطارىء.

برامج توزيع الغذاء

توزيع الغذاء مباشرة للناس الذين هم فى أشد الإحتياج إليه هو أهم طريق للتوزيع وهناك بدائل مثل "العمل مقابل الغذاء" حيث يعمل الناس مقابل غذاء بدلاً من أن يدفع لهم نقداً. ويخاف من أن المساعدة الغذائية التى تنتج إعتماداً لمن تصل إليهم.

والتوزيع المباشر ينظم كجرايات عامة أو تغذية إضافية أو تغذية علاجية general rations, supplementary feeding or therapeutic feeding. والجرايات العامة توجه عادة إلى مجموعة كبيرة كل إفرادها يحصل على نفس الجراية. بينما التغذية الإضافية والدوائية توجه إلى أشخاص معينين يعتبرون معرضين أكثر مثل الأطفال وصغار الأطفال والنساء الحوامل والمرضعات. وعادة

تأخذ الجراية العامة أفضلية على التغذية الأضافية والدوائية.

الجراية العامة general rations

مجموعة الأغذية التى تصنع الجراية العادية كثيراً ماتسمى "سلة الغذاء food basket" وتتكون من أغذية أساسية مختلفة وأحياناً أغذية مكملة تضاف لضمان الكفاية الغذائية والإستساغة والتقبل الثقافي. وهى تشمل الحبوب والزيت ومصدر للبروتين مثل الفاصوليا والعدس وقد يضاف - خاصة للمهاجرين - الشاى والسكر والملح والتوابل (جدول ١).

جدول (١) أغذية فى الجراية العامة.

الغذاء	المقدار/شخص/ يوم (جم)
الحبوب (قمح، أرز، ذرة رفيعة، دخن، ذرة)	٣٠٠-٤٠٠
زيت نباتى	٢٠-٤٠
بقول جافة (فاصوليا وعدس وبسلة)	٥٠-١٠٠
ملح	٥
سكر	٢٠
شاى أو قهوة	٥-١٠
توابل	٥

والجراية مقصود بها أن تغطى الإحتياجات الغذائية غير الكافية للمجموعة ومحسوبة على أساس أن كل الغذاء المتاح من جميع المصادر يجب ألا يقل عن ٧٩٨٠ كيلو جول (١٩٠٠ كيلو كالورى) من الطاقة لكل شخص فى اليوم وتزاد فى الحالات التالية:

١- وجود نسبة عالية من الأطفال سيئى التغذية والبالغين يظهرون فى حالة صحية وغذائية سيئة. ٢- يعمل الناس يدوياً. ٣- الناس معرضون للبرد فتزاد الجراية ٥٪ لكل إنخفاض فى درجة الحرارة قدره ٥°م تحت ٢٠°م. ٤- كثير من الناس عندهم إحتياجات غذائية أعلا نسبياً مثل رجال بالغين نشطين ونساء حاملات ومرضعات. ومابين ١٠ - ١٢,٥٪ من الطاقة الكلية يوفرها البروتين وعلى الأقل ١٠,٠٪ يوفرها الدهن.

النقص الغذائى بين الناس الذين يأخذون المساعدة الغذائية

فى الواقع لايصل الناس الجراية الموصى بها وهى ٧٩٨٠ كيلو جول مما ينتج عنه عواقب غذائية خطيرة. أو أنهم يحصلون على جرايات ينقصها المغذيات الصغرى الأساسية فهى تنقص فى فيتامين ج وفيتامين أ وحمض النيكوتينيك والثيامين وحمض الفوليك ولذا قد ينتج بلاجرا (نقص حمض النيكوتينيك) والاسقربوط (نقص فيتامين ج) والزيروفثالميا (نقص فيتامين أ).

برامج التغذية الإضافية والدوائية

تعمل برامج التغذية الإضافية على توصيل إضافات غذائية للمجموعات المعرضة مثل الأطفال وصغار الأطفال والنساء الحوامل والمرضعات والكبار والعجزة.

أما برامج التغذية الدوائية فهى تقصد إلى إصلاح حال الأطفال سيئى التغذية بواسطة التغذية المكثفة والعناية الصحية.

وفى الطوارىء الغرض الأساسى للتغذية الإضافية هو تشجيع كسب الوزن بين الأطفال ويمكن أن يتم هذا فى مدة قصيرة (٢ – ٣ أشهر) وهذه يمكن أن تقدم كجرايات غذاء غير مطبوخ إلى الأم أو كغذاء مطبوخ.

والأطفال سيئى التغذية يحتاجون لغذاء من قيمة غذائية عالية ليستطيعوا اللحاق catchup بمعدل النمو ولكسب الوزن. ومن المهم أن يكون الغذاء المعطى "مكثف الطاقة energy dense" ويعتبر الغذاء مكثف الطاقة إذا كان ٢٠٪ من الطاقة الكلية يعطيه الدهن أو أنه يعطى ٤٢٠ كيلو جول/ ١٠٠ مل. ويمكن أن تحضر مشروبات عالية الطاقة أو عصيدة porridge من حبوب وزيت ولبن مجفف وسكر أو من أغذية مخلوطة معاملة مثل لبن الذرة والصويا.

السلع الغذائية

الحبوب: القمح هو أهمها وهى أهم مصدر للبروتين والطاقة فى الجراية العامة. وهى تطحن بالقرب من أماكن الإستهلاك لأنها أحسن فى الحفظ عن الدقيق. والطحن يؤدى إلى فقد قدره ١٠٪ ويتوقف ذلك على معدل الإستخلاص.

البقول الجافة pulses: وأهمها البسلة والفاصوليا والعدس والفول. وقد يقدم الفول السوداني وهو مصدر للدهن وغنى فى حمض النيكوتينيك. والبقول الجافة مصدر ممتاز للبروتين (مابين ٢٠ – ٣٠جم/١٠٠جم) وهو يكمل جودة البروتين فى الحبوب.

الزيوت المأكلة edible oils: عادة من مصدر نباتى ولو أن زيت الزبد متوفر لهذا الغرض. والدهن يعطى ضعف مايعطيه البروتين والكربوايدرات من الطاقة كما أنه يحسن الإستساغة.

السكر sugar: هو مهم فى تقبل الإغذية وهو يزيد من كثافة الطاقة دون زيادة الحجم.

مسحوق اللبن milk powder: مسحوق اللبن يوجه إليه العيوب التالية: ١- خطر صحى غذائى يرتبط بتحضيره فى ظروف معيشية فقيرة. ٢- خطورة إستخدامه بدلاً من الرضاعة الطبيعية. ٣- تبعات توزيع مسحوق اللبن الفرز المجفف والذى لم يقوى بفيتامين أ وكذلك إذا لم يضف إليه زيت فى تحضير اللبن الفرز فإنه يكون غير كاف للفطام. ويوصى أن اللبن المجفف يجب أن يستخدم مخلوطاً مع أغذية أخرى.

الأغذية المخلوطة blended foods: تنتج هذه من حبوب وبقول جافة وممكن مسحوق لبن وسكر. وعادة تقوى بفيتامينات ومعادن وهى شكلت أصلاً كأغذية فطام. والزيت يجب أن يضاف لزيادة الطاقة. ومن بينها "لبن الذرة والصويا" و "خليط القمح والصويا".

البسكويت biscuits: وهى تصلح للطوارىء الحادة قصيرة المدى حيث يكون الناس بدون غذاء أو أجهزة طبخ أو وقود. وقد تم تطوير الأكستام Oxtam البريطانى وهو كثيف الطاقة وأعلا فى البروتين ويعبأ بدون ضرر بحيث يتحمل

التسيب من المناولة الخشنة أثناء النقل وأن يتحمل ظروف تخزين سيئة.

الخلاصة

يمثل إحتياج أفريقيا ٨٥٪ من المساعدة الغذائية للطوارىء ويُتَوَقَّع زيادة عدد الأشخاص تحت التغذية من ١٠٠ × ١٠^٦ إلى حوالى ٢٠٠ × ١٠^٦ فى سنة ٢٠٠٠. ولذا سيزيد الضغط على المجتمع الدولى لمجابهة هذه الأعداد.

(Macrae)

عان

عين الجمل/الجوز — **walnut**

أنظر: جوز


بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ
الكهف
فَلَمَّا جَاوَزَا قَالَ لِفَتَىٰهُ ءَاتِنَا غَدَآءَنَا
لَقَدْ لَقِينَا مِن سَفَرِنَا هَٰذَا نَصَبًا ٦٢
وَأَلَّوِ ٱسْتَقَٰمُوا۟ عَلَى ٱلطَّرِيقَةِ
لَأَسْقَيْنَٰهُم مَّآءً غَدَقًا ١٦
الجن

laurel/sweet bay غار/الرّند

الإسم العلمى *Laurus nobilis* L.

الفصيلة: العائلة Lauraceae

بعض أوصاف

ورقــة رمحيــة حــادة التدبــب -lanceolate acuminate ، ١٠سم أو أطول فى الطول، جلدية coriaceous منقطة punctate والحـواف الكاملة entire margins ملتفة إلى الـوراء revolute، والسطح الأعـلا أملـس glabrous ولامـع ولونـه زيتونى إلى بنـى. والسطح الأسفل زيتونـى كـامد إلى بنى مع عرق وسطى بارز وعـروق. وهـى فواحة مميزة عند سحقها ولكنها ذات مذاق مر وعبير.

(Macrae)

وله إستعمالات طبية، وتستعمل الأوراق فـى عمـل الحسـاء فـى أوروبـا وفـى الطـهى لتطييـب بعـض الأطعمة. ويستخرج منه زيت يستعمل فى صناعات الصابون وبعض المشروبات الكحولية.

غاز

غازوزة/كازوزة carbonated beverage

أنظر: بلال/بالول/مياه ، مشروبات خفيفة

غارة

غبر

whiting غبر/سمك الأبيض

Merlangus merlangus يوجد من النرويج إلى البحر الأبيض المتوسط وهو صغير لايزيد عن ٣سم فى الطول ويزن ٢كجم واللحم جـاف ولكـن صحى ويهضم والسـمكة لها علامة سوداء ولها أشعار. وهـو يدخن ويباع فى قطع.

والأسمــــاء: بالفرنســية merlan ، وبالألمانيــة Weisstisch أو Wiitling ، وبالإيطالية merlano وبالأسبانية plegonero ، merlan.

(Stobart)

sorb/rowan غبيراء

الإسم العلمى *Sorbus acupia*

الفصيلة/العائلة: وردية Rosaceae (rose)

بعض أوصاف

أوراق متبادلة لها أسـنان حـادة أو مفصلة، وأزهـار عنقودية صغيرة بيضـاء ونـادراً وردية والثمـار تفاحية وتشبه العنبيات فى الشكل العام. (Everett)

والثمار مرة ولكنها تعمـل جيلى جيد إما وحدها أو مع كمية مساوية من التفـاح. وهـو يقدم مـع لحـم الغزال كمـا يدخـل فـى صناعـة النبيـذ ولـذا فإنـه يجفف.

كذلك يوجد منه نوع *Sorbus domestic* يزرع لثماره والتى تشبه التفاح الصغير أو الكمثرى وهـى حمضية جداً عندما تكـون غـير ناضجـة والأصنـاف الجيـدة تؤكـل كفاكهـة كمـا يصنـع منـها مشـروب كحولى خفيف وكذلك تجفف على خيط.

كذلـك يوجـد *Amelanchier florida* ويتبـع فصيلة/عائلة Amelanchier وهـى تجمـع ويصنـع منها فطائر وصلصة.

كما يوجـــد *medlar Naples* (*Grataegus azarolus*) فـى بـلاد البحـر الأبيـض المتوسـط

وغرب آسيا ولها ثمار صفراء أو بيضاء أو حمراء واللحم قصف crisp مصفر ولذيذ وله رائحة مع ٣-٤ بذور صلبة. ويؤكل طازجاً أو يعمل منه مربى.

والأسماء: بالفرنسية desoineaux sorbier، وبالألمانية Eberesche، وبالإيطالية frassinc de montagne، وبالأسبانية sorbal.

(Stobart)

حَمَى

أغذية الحِميَة dietetic foods

أغذية الحمية أو الأغذية للإستخدام الغذائي الخاص تشمل منتجات لأشخاص معينين: هؤلاء الأشخاص الذين يعانون من إضطرابات أيضية خاصة مثل مرضي البول السكرى؛ هؤلاء الأشخاص الذين لايستطيعون هضم أو إمتصاص المغذيات من الغذاء العادى؛ هؤلاء الأشخاص الذين لهم متطلبات غذائية خاصة مثل الرياضيين؛ وهؤلاء الأشخاص الذين يحتاج مأخذهم الغذائي إلى مقاييس تكوينية خاصة مثل الأطفال.

وقد ضبطت أغذية الحمية من مايو ١٩٩١ فى أوروبا بحيث تحقق واحدة من المتطلبات الغذائية الآتية:

١- أشخاص من فئة معينة وعمليات الهضم والأيض لهم منزعجة.

٢- أشخاص من فئة هم فى حالة فسيولوجية فلايستطيعون الحصول على نفع خاص من الإستهلاك المضبوط لبعض المواد فى الأغذية.

٣- أطفال أو أطفال صغار فى صحة جيدة.

وهذا التوجيه يضع ضوابط عامة لجميع فئات الغذاء والروشمة وتقديم مجموعات جديدة من الأغذية. وهى بالنسبة للروشمة والتقديم والإعلان فإنها يجب الا تنتحل خواصاً لمنع أو معالجة أو معاملة مرض إنسانيأو حتى يلمح إلى هذه الخواص. وتتضمن مجموعات من الأغذية سيتقرر لها خواص معينة وتشمل:

١- تركيبات الأطفال وأغذية المتابعة. ٢- أغذية الأطفال الصغار. ٣- أغذية منخفضة الطاقة وأغذية منخفضة السعرات والمقصود بها ضبط الوزن. ٤- أغذية حمية لأغراض طبية معينة. ٥- أغذية منخفضة الصوديوم أو خالية من الصوديوم. ٦- أغذية خالية من الجلوتين. ٧- أغذية يقصد منها أن تقابل مجهوداً عضلياً كبيراً خاصة الرياضيين. ٨- أغذية خاصة بالأشخاص الذين يعانون من أيض الكربوايدرات (مرض البول السكرى). ٩- إضافات الأغذية food supplements.

بجانب مجلس الأغذية للإستخدامات الغذائية المعينة PARNUTS فإن هناك قرارات لتحديد المواد المغذية المستخدمة فى تصنيعها والمضافات الأخرى لأغراض تقنية والنكهات والألوان، وكذلك قرائن النقاء لكل هذه المواد. وأغذية الحمية تضبط بالقوانين العامة التى تتعلق بالروشمة والمطالبات والأوزان والمقاييس وصحة أماكن الإنتاج والطرق ... الخ.

تركيبات الأطفال وأغذية المتابعة

تركيبات الأطفال يقصد بها الأطفال فى السنة الأولى من حياتهم حيث أمهاتهم لاترغب أو لاتستطيع إطعامهم وفى هذه الحالة يحل محلها جزئياً أو كلياً أغذية متابعة من سن ٤ أشهر حتى

التمكن من إعطاء غذاء الفطام. ولما كانت تركيبات الأطفال تُكَوِن المصدر الوحيد فى التغذية فإن تكوينها يُعَّرَف وكذلك تُعَّرَف المكونات والتى تستخدم لإعطاء المغذيات والمضافات التقنية كذلك النقاوة بالنسبة للكائنات الحية الدقيقة والملوثات الكيماوية وهناك تعريف كامل للروشمة والإعلانات والمطالبات وكذلك الحال بالنسبة لأغذية المتابعة التى تُكَمِل أغذية الفطام.

ومدى التركيبات الموجودة تشمل اللبن والمنتجات المؤسسة على بروتين الصويا كمساحيق جافة يعاد تكوينها بالماء أو سائل معد للتغذية منه وهذه قد تحتوى لاكتوزاً أو خالية منه. وكذلك تركيبات بروتين مهيىء أو صوديوم منخفض أو حديد مضاف أو خالية من السكروز.

أغذية الفطام والأطفال

يتم فطام الأطفال مابين ٤ ، ٦ أشهر حيث يتقدمون من المص إلى العض إلى المضغ. ويمكن أن تقسم إلى:

١- منتجات معاملة أساسها الحبوب وهذه تقسم إلى حبوب بسيطة وحبوب مع إضافة غذاء بروتينى عال والعجائن الغذائية والبسكويتات والبقسماط rusks.

٢- أغذية أطفال يقصد بها إستخدامها أثناء فترة الفطام وللتقدم التدريجى للأطفال وصغار (الأطفال) إلى الغذاء العادى. وأغذية الأطفال تشتمل فئة مختلفة من المنتجات تشمل وجبات كاملة أو غير كاملة وشوربات وعقبات وبودنج وعصير خضر وعصير فواكه ونكتار. وقد تقدم كمادة معدة للإستهلاك فى برطمانات أو علب أو جافة أو تحتاج لإعادة تكوين.

والأغذية تكون لمقابلة إحتياجات خاصة لمراحل الفطام المختلفة. وتلك المقصود بها التقديم المبكر لها قوام ناعم مع إنعدام النكهة ولاتختلف كثيراً عن اللبن. وبتقدم الفطام تُقَدَم نكهات مختلفة وأخرى مع مدى متسع من القوام لتشجيع المضغ. والأطفال لايتعرضون لمستويات غير مناسبة من الصوديوم أو السكر المكرر ويأخذون غذاءاً متوازناً بالنسبة لمحتويات الفيتامين والمعادن وكذلك يجب أن تكون مقاييس الكائنات الدقيقة عالية.

أغذية التخسيس slimming foods

هناك عدة أنواع من أغذية التخسيس:

١- حيث الصانع يَحْسِب ويُعْلِن عن محتوى الطاقة فى الغذاء.

٢- أغذية ناقصة الطاقة ولها على الأقل ٢٥٪ خفض فى الطاقة عن الغذاء العادى وهذه الأغذية ذات الطاقة المنخفضة لها حد أقصى ٥٠ كيلو كالورى (٢١٠ كيلو جول) /١٠٠جم أو ١٠٠مل من المنتج).

٣- منتجات هى المصدر الوحيد للتغذية وتقسم إلى أغذية منخفضة السعرات جداً تحتوى على ٤٠٠ – ٨٠٠ كيلو كالورى (١٦٨٠ – ٣٣٦٠ كيلو جول) / يوم وأغذية منخفضة السعرات تحتوى ٨٠٠ – ١٢٠٠ كيلو كالورى (٣٣٦٠ – ٥٠٤٠ كيلو جول) /يوم.

والأغذية منخفضة السعرات أو منخفضة الطاقة يجب أيضاً أن تحتوى على الفيتامينات والمعادن لتقارن

بالغذاء العادى والأغذية منخفضة السعرات يجب أن تحتوى على:

١- بروتينات: فيجب أن تحتوى على الأقل ٢٠-٥٠ جم على ١٠٠٪ من مرجع هيئة الصحة العالمية وهيئة الأغذية والزراعة.

٢- الدهون: وأقصى حد يسمح به هو ٣٠٪ من الطاقة الكلية.

٣- حمض لينولييك: فيجب أن يكون بها أقل حد ٤,٥جم.

٤- فيتامينات ومعادن: فيجب أن يكون بها إلى ١٠٠٪ من الكميات الموصى بها.

• الأغذية لأغراض طبية معينة

هناك نوعان من التغذية: تغذية باطنية internal nutrition حيث يدخل الغذاء خلال القناة المعدية المعوية gastrointestinal إما عن طريق الفم أو بواسطة أنبوبة فى المعدة أو الأمعاء ، تغذية غير معوية parenteral nutrition حيث يدخل الغذاء عن طريق الوريد. والأخير لايستخدم إلا حيث لايمكن للأول أن يتم.

والتغذية الباطنية تفيد فى:

١- الذين لهم قناة معدية معوية سليمة ولكن لايستطيعون المحافظة على حالة غذائية مُرْضِيَة بالغذاء العادى مثل الأشخاص بعد الجراحة أو لهم إضطرابات عصبية أو سلوكية أو ضحايا حروق أو فى حالة غيبوبة.

٢- المرضى الذين يعانون من مرض فى القناة المعدية المعوية يمنع الهضم أو الإمتصاص.

٣- مرضى لهم إتصال محدود للفم بالقناة المعدية المعوية نظراً لإصابات فى الوجه أو البلعوم أو مرض أو إعاقة للقناة المعدية المعوية العليا.

٤- مرضى إما بسبب إضطراب أيضى عند الولادة مثل الفينيل كيتونيوريا أو بسبب فشل لأعضاء جسمية ولهم متطلبات خاصة.

وتقسم المنتجات إلى غذائية كاملة أو غذائية غير كاملة.

الأغذية كاملة التغذية

nutritionally complete foods

هناك نوعان من الأغذية متاحة فى مساحيق أو سوائل معدة للإستخدام:

أ- تركيبة عامة تصنع من مكونات الغذاء العادى.

ب- تركيبة مُعَّرَفة تصنع من مكونات متخصصة. فمثلاً البروتينات تحملأ إلى درجات مختلفة من أجل إنقاص طول السلسلة وبذا تساعد الهضمية أو سكريات بسيطة تحل محل الكربوايدرات المعقدة.

التركيبة غير الكاملة

nutritionally incomplete formulae

١- تركيبة إضافية وعادة فى شكل مصدر غذائى لمغذيات معينة (بروتين ودهن وكربوايدرات) قد تستخدم للإضافة إلى غذاء المريض.

٢- منتجات متخصصة تركب لظروف أيضية خاصة أو لأمراض أو لمرضى ذوى أعضاء فاشلة إو لمتطلبات غذائية معينة وهى غير كاملة غذائياً للجمهور العام ولكن عادة متوازنة لحالة خاصة.

أغذية منخفضة الصوديوم
low-sodium foods

الأغذية المعاملة ذات صوديوم منخفض أو ناقص صنعت أولاً للمرضى ذوى إضطربات كلوية أو ضغط دم عالٍ أو حالات مرضية تحتاج إلى أخذ صوديوم أقل. وقد أظهرت الدراسات أن متوسط أخذ الملح هو ١٠ أمثال اللازم للإحتياجات الفسيولوجية اللازمة للمحافظة على نشاط العضلات والأعصاب المثلى بجانب ضغط دم عادى. وكلوريد الصوديوم أضيف تقليدياً كعامل حفظ وكمعزز للنكهة فهو يزيد من إستساغة الغذاء ويمكن أن يتحقق هذا الغرض بإستخدام بدائل خالية من الصوديوم مثل الأعشاب والتوابل. وهناك نوعان من الأغذية ١- أغذية بها صوديوم منخفض جداً حيث الصوديوم لايزيد عن ٤٠مجم/١٠٠جم أو ١٠٠ مل. ٢- أغذية حيث الصوديوم لايزيد عن ١٢٠جم/١٠٠جم أو ١٠٠ مل.

أغذية خالية الجلوتين **gluten-free foods**

الأغذية خالية الجلوتين يحتاجها مرضى الداء الذلاقى coeliac disease حيث أن سبب المرض هو محتوى الجلوتين فى القمح والشيلم والشعير والشوفان. ومعظم الأعراض تنتج عن إساءة الإمتصاص للمغذيات بسبب تلف جدر الخلايا. ويمكن إنتاج أغذية خالية الجلوتين بإستخدام الأرز والذرة ويضاف عادة الفيتامينات والمعادن لكى تساوى الأغذية التى تحل محلها. وهناك منتجات أغذية مخبوزة خالية من الجلوتين.

ولأغراض الروشمة "خال من الجلوتين" معناه أن محتوى النتروجين الكلى للحبوب المحتوية على الجلوتين لاتزيد عن ٠.٠٥جم/١٠٠جم أى ٠.٣٪ بروتين من المنتج.

الأغذية للأداء الشديد - أغذية الرياضة
foods for intense performance - sports foods

تقسم هذه الأغذية إلى:

١- منتجات أغذية تركب خصيصاً لإعطاء طاقة. فيوضع الإهتمام على نوع وكمية الكربوايدرات المستخدمة حيث أن لها تأثيراً على تخزين وإستخدام الجليكوجين. وهذه المنتجات مطلوبة لإعطاء المغذيات المنتجة للطاقة مثل الدهن والبروتين فى نسبة صحيحة. والإضافات متاحة كمركزات كربوايدراتية مسحوقة تضاف عادة مع الفيتامينات والمعادن وقضبان الطاقة ومشروبات الطاقة الفورية.

٢- منتجات الأغذية والأقراص والكبسولات ومشروبات الإماهة مع محتوى معروف من المعادن والمعادن الآثار والفيتامينات والمواد الأخرى ذات التأثير التغذوى أو إرتباطات من هذه تدعم الأداء الفسيولوجى.

٣- منتجات أغذية ذات محتوى معروف من البروتين والأحماض الأمينية مركبة خصيصاً للمجهود العضلى الشديد. ومن بينها مساحيق عالية البروتين والمركزات والأغذية المغناة بالبروتين مثل القضبان والميوسلى muesli أو مشروبات خاصة ومضافات من حمض أو أحماض أمينية والتى تتاح فى صورة أقراص أو كبسولات.

٤- إرتباطات بين المنتجات كما هو مبين أعلاه.

أغذية لمرضى البول السكرى

food for diabetics

فى الأشخاص الأصحاء، يرتفع سكر الدم أثناء الوجبات ثم يعود إلى مستوى الصيام حوالى ٠,٨ جم/لتر من الدم عند نهاية فترة بعد الأكل وفى الأشخاص المصابين بمرض البول السكرى يبقى سكر الدم عالياً عن العادى. وهناك نوعان من مرضى البول السكرى:

١- إفراز أنسولين قليل أو معدوم وهؤلاء يعتمدون على الأنسولين.

٢- إفراز عادى أو مبالغ فيه ولكن مصحوب بمقاومة الأنسجة للأنسولين والذى يضبطه الغذاء وليس الأنسولين. والغذاء لهؤلاء المرضى بمرض البول السكرى يسمح لهم بتناول غذاء عادى يومى بكربوايدرات ٥٠-٦٠٪ من كمية الطاقة ويتطلب أقل أنسولين ممكن من أجل تحديد تأثيرات عدم كفاية الأنسولين.

إضافات الأغذية food supplements

هناك إعتبار لأغذية تعطى فيتاميناً واحداً وإضافات معادن أو متعدد الفيتامينات و/أو إضافات معادن مالم يقصد بها أن تكون أدوية.

المكونات الخاصة special ingredients

لدعم الإحتياجات المختلفة لأغذية الحمية فإن تصنيع مكونات خاصة يتطلب مواداً خاماً كثيرة. وهذه تشمل مغذيات رئيسية مثل معادن وحيدة وفيتامينات وأحماض أمينية وأحماض دهنية وسكريات ومكونات أغذية معاملة خصيصاً. ومن هذه بروتينات محلمأة لدرجات مختلفة لمساعدة الهضم وتقليل الحساسية أو للحصول على بروفيل أحماض أمينية مخصوص؛ أو دهون ذات أحماض دهنية خاصة وقد تكون خليطاً متوازناً من الدهن أو جزء خاص مثل سلسلة جليسريدات ثلاثية متوسطة أو خليط دهن إعتباطـي وكربوايدرات وقد تكون بضع سكريات معقدة أو بسيطة وقد تكون أو لاتكون محلمأة جزئياً. وتكوين أغذية الحمية يحتاج أيضاً إلى تقنيات خاصة بمضافات الأغذية كمساعدات أو مثخنات أو مستحلبات أو مثبتات ... الخ لتحسين عمر الرف والإستساغة.

(Macrae)

التغذية والمسنين

إزداد فى السنوات الأخيرة، عدد المسنين (٦٠سنة وأكثر) فى العالم بنسبة سريعة إذ أصبحوا يمثلون ١٠٪ من مجموع السكان فى العالم أى حوالى ٦٠٠ مليون نسمة. وهناك تفاوت بين البلدان المختلفة من حيث هذه النسبة حيث تصل إلى حوالى ٢٠٪ فى القارة الأوربية، الأمر الذى أدى إلى إنشاء وزارات خاصة بهم كما فى مالطا وفرنسا.

فمع تقدم السن يحدث تغيير فى مكونات جسم الإنسان وأيضاً فى وظائف أجهزته الحيوية المختلفة. وهناك عوامل مختلفة مثل التغذية ونمط الحياه والظروف البيئية والإقتصادية والإجتماعية والوراثية تؤثر إيجابياً أو سلبياً على الوضع الصحى والتغذوى لكبار السن.

ويلاحظ أن سوء التغذية قد يحدث بين المسنين ذوى الدخل المرتفع والمنخفض على السواء. ويرتبط العديد من الأمراض المزمنة بكبر السن،

مثل هشاشة العظام والسكر وأمراض القلب والسرطان ... الخ بإستهلاك أغذية معينة أو عدم إستهلاكها.

وهناك عوامل عديدة تؤدى إلى سوء التغذية بين المسنين مثل فقدان حاستى التذوق والشم، وصعوبة المضغ ونقص الأسنان، وقلة إفراز اللعاب وإنخفاض كفاءة الهضم والإمتصاص، وسوء إستخدام الأدوية، والظروف الإقتصادية الصعبة للمسنين. والأحوال الإجتماعية الخاصة، كالوحدة، وقلة أو إنعدام الحركة والنشاط البدنى، وعدم الدراية والمعرفة بإختيار الأغذية الملائمة، وغياب برامج التوعية الخاصة بالمسنين.

ومع كبر السن يقل إمتصاص كل من الكالسيوم والحديد والزنك وفيتامين ب١٢ وحامض الفوليك، لذلك أوصت منظمتا الأغذية والزراعة والصحة العالمية بتزويد المسنين بالمزيد من بعض العناصر الغذائية مثل الكالسيوم وفيتامين ب٦ وفيتامين د.

كما ينصح المسنين بتناول الأغذية الغنية بالألياف ومضادات الأكسدة والفيتامينات والمعادن. ونظراً لضعف حاسة العطش أو فقدها لدى المسنين، لذا يجب على هؤلاء تناول كميات كافية من الماء والسوائل حتى لايصابوا بالجفاف ومايترتب عليه من حالات الأغماء والفشل الكلوى والتعرض للجلطة وإزدياد حامض البوريك فى البول والإمساك.

وهناك حاجة ماسة إلى تكثيف برامج التوعية الخاصة بالمسنين فى العالم العربى من حيث تثقيفهم غذائياً والإهتمام بالنشاط البدنى والعناية بحماية المسنين كما جاء فى خطة العمل الدولية التى أقرتها اللجنة الإقتصادية والإجتماعية للأمم المتحدة. (سمير الميلادى)

وَظَفَ (وَظِيفَة)

الغذاء الوظيفى functional food

الأغذية التى تسوق فى اليابان كأغذية وظيفية ذات تأثير صحى خاص يجب أن تتبع طريقاً معيناً. فوزارة الصحة والرفاهية فى اليابان وضعت تشريعات يجب إتباعها:

١- يجب أن يحسن الغذاء الصحة.

٢- أن الفوائد الصحية والغذائية للغذاء أو للمكون الغذائى المعين يجب أن يكون له أساس علمى وجيه.

٣- يجب أن يبنى المأخوذ اليومى المناسب للغذاء أو لمكونه على أسس يوافق عليها خبراء طبيون وفى التغذية.

٤- أن الغذاء أو المكون يجب أن يكون مأموناً بالنسبة لنظام غذائى متوازن.

٥- المكون يجب أن يتصف بـ: أ- صفات كيماوية وفيزيقية مع وجود طرق تحليل مفصلة له لتحديد ب- خواصه الكمية والوصفية فى الغذاء.

٦- يجب ألا يقلل المكون القيمة الغذائية للغذاء.

٧- يجب إستهلاك الغذاء بالطريق الطبيعى.

٨- يجب ألا يكون الغذاء فى شكل كبسولات أو أقراص أو مسحوق.

٩- يجب أن يكون المكون مركباً طبيعياً.

ونظراً لإعتبارات تخص الدول المهتمة بهذا الموضوع كالولايات المتحدة والدول الأوروبية

وأستراليا ونيوزيلندا فقد تم وضع تعريفات مختلفة للغذاء الوظيفي ولكن معهد الأبحاث الإتحادى الألماني للتغذية German Federal Research Institute for Nutrition وضع التعريف التالي:

"عموما الغذاء الوظيفى يمكن تعريفه بأنه أى غذاء له تأثير موجب على صحة الشخص، أو أدائه الفيزيقى أو حالته الذهنية state of mind بجانب قيمته الغذائية". ويلاحظ هنا أنه لم يوجب أن يكون الغذاء معاملا، أو أنه يستهلك في شكله الطبيعي.

فكرة اللامهضوم وسلف الحى
the conception of pre- and probiotics

يوجد فى أمعاء الإنسان أكثر من ١٠[١٤] كائن دقيق تمثل حوالى ٤٠٠ نوعا ولكن منها ٤٠ نوعا يمكن أن تظهر دائما. وهذه إما أن تكون ضرورية أو مرغوبة أو ليس لها أى آثار أو أنه ليس لها تأثير سيىء على وظائف الجسم. وهنا تأتى فكرة سلف حى probiotic للتأثير على فلورا الأمعاء لضمان أن تنبعث تأثيرات صحية على الجسم. وهذا الغرض يمكن الحصول عليه إما: بضمان منافع نمو إنتقائية للكائنات الدقيقة المرغوبة فى الأمعاء، أو بإيصال كائنات دقيقة حية لها خواص مرغوبة مباشرة إلى الأمعاء.

وفى الحالة الأولى تستخدم اللامهضوم prebiotics وهذه عبارة عن مكونات غذاء غير مهضومة والتى تنبه نمو ونشاط بكتيريا القولون "الموجبة". وبهذا التنبيه فإن الفلورا الدقيقة للقولون تتأثر بطريقة لضمان التأثيرات الحسنة على رفاهية وصحة الشخص. أما فى الحالة الأخرى فإن هذا الغرض يمكن الوصول إليه بواسطة السلف حى probiotics.

وقد وضعت تعريفات مختلفة للسلف حى probiotics ولكن من بينها "السلف حى probiotics" التى يتم أخذها عن طريق الفم وهى كائنات دقيقة حية والتى عندما تؤخذ بأعداد معينة يكون لها تأثير على الصحة أكثر من التغذية الأصلية المتأصلة inherent basic nutrition.

وأصل السلف حى probiotics هو فى علف الحيوان ثم استخدمت بعد ذلك مع الإنسان.

اللامهضوم prebiotics

يمكن أن تتلخص المقاييس المطلوبة فى اللامهضوم prebiotic فيمايأتى:

١- ألا يتم حلمأتها hydrolized أو إمتصاصها فى الجزء العلوى للقناة المعدية المعوية gastrointestinal.

٢- أما فى القولون فيجب أن تعمل كمادة تفاعل تخمر أو كمغذ nutrient للكائنات الدقيقة للسلالات التى يجب تنبيهها/تنشيطها.

٣- أن تنتج تفاعلات منظومة systematic نافعة للصحة عامة والكائنات المرغوبة حاليا تشتمل على اللاكتوباسيلى lactobacilli والبيفيدوبكتيريا bifidobacteria واليوبكتيريا eubacteria . وقد وجد أن من بينها الأنيولين وبضع الفركتوزات oligofructoses وبعض بضع السكريات العديدة المختلفة والمحتوية على الجالاكتوز. وبعض بضع

السكريات العديدة من فول الصويا. وقد دلت التجارب على أنه من ١٠ - ١٥جم من عديد الفركتوز يمكن تحملها بدون متاعب معدية معوية والأمثل - بالطبع - أن تستخدم بالإرتباط مع مزارع بكتيريا سلف حى probiotic بحيث يمكن تصنيع مادة غذائية حقيقية متحدة حية synbiotic.

سلف أحياء probiotics

بكتيريا حمض اللاكتيك يتناولها الإنسان منذ آلاف السنين بمقادير مختلفة عن طريق الأغذية المتخمرة ولذا تعتبر مأمونة GRAS ولذا فإنها محل بحث لخواصها السلف حية probiotic وقد تم عزل عدد منها من أمعاء الإنسان. والجدول رقم (١) يشتمل على بكتيريا حمض اللاكتيك المستخدمة مع الأغذية بسبب خواصها السلف حية probiotic ويمكن تقسيمها إلى أربع مجموعات:

١- بيفيدوبكتيريا bifidiobacteria : وهى بعيدة الإتصال ببكتيريا حمض اللاكتيك التقليدية.

٢- مجموعة الـ *Lactobacillus acidophilus* : والأنواع *L. acidophilus* ، *L. crispotus* ، *L. johnsonii* والتى تستخدم كسلف حى probiotics ولايكاد يمكن التفرقة بينها بواسطة طرق التحديد الفسيولوجى.

٣- مجموعة *Lactobacillus casei* (*L. rhamnosus* ، *L. paracasei*).

٤- الإنتيروكوكاى enterococci : وهى مجموعة إنتهازية يعتقد البعض أنها تستطيع أخذ مورثات genes مقاومة للسلف حى probiotic وتنقلها لآخرين، ولذا يعتقد الكثير أنه يجب التخلى عن إستخدامها كسلف حى probiotic.

جدول (١): بكتيريا حمض اللاكتيك المستخدمة كسلف حى probiotic فى الأغذية.

Lactobacillus acidophilus
L. crispatus
L. delbruekii subsp. *bulgaricus**
L. delbruekii subsp. *lactis**
*L. helveticus**
L. johnsonii
*L. paracasei**
*L. reuteri**
*L. rhamnosus**
L. salivarius
*Streptococcus thermophilus**
Bifidobacterium adolescentis
B. animalis
B. bifidum
B. breve
B. infantis
B. longum
*Enterococcus faecium**

* أنواع عزلت من أغذية متخمرة تقليدية.

* Species isolated from traditional fermented foods.

ويجب الإلتفات إلى أن تأثير السلف حى probiotic هو خاص بالسلالة المعينة ولاينسحب إلى سلالات أخرى وأن ظروف البيئة تؤثر عليها كثيراً ومن بينها: جهد الأخسدة redox potential، نم a_w وجو مادة التفاعل، البيئة، قيمة جيد pH value وكذلك التفاعلات بين الكائنات المختلفة. وهذا يعنى أن تأثير السلف حى probiotic يتوقف على نوع المادة الغذائية التى يتم إدخال سلف حى probiotic من خلالها.

تأثيرات سلف حى probiotics

تفاعلات بكتيريا حمض اللاكتيك مع الإنسان يمكن أن تشمل:

- بكتيريا حمض اللاكتيك الموجبة لإنزيم اللاكتاز والتى تصل إلى الأمعاء حيث تحطم اللاكتوز.
- بكتيريا حمض اللاكتيك التى تموت أثناء إجتيازها خلال المعدة تتحلل فى الأمعاء.
- يزيد نشاط اللاقمات الكبيرة macrophage.
- يحدث حماية ضد العدوى المعدية المعوية.
- نشاط ضد تكون الأورام.
- الإراحة من الإمساك لزيادة حركة الأمعاء.
- إنتاج فيتامينات.

المطلوب فى سلف أحياء probiotics

يجب أن يتوفر الآتى على الأقل فى الأحياء الدقيقة ليمكن إستخدامها كسلف حى probiotics:

- يجب أن تظهر البكتيريا تأثيرات موجبة على رفاهية و/أو صحة الإنسان.
- يجب على هذه البكتيريا تحت الظروف البيئية فى الغذاء أن تبقى حية بأعداد كبيرة كافية خلال كل المدة المعلنة كحد أدنى لعمر الرف shelf-life.
- أن توجد طرق تسمح بالبرهان على وجود جراثيم سلف حى probiotic فى كل من المادة الغذائية والبراز بجانب الكائنات الموجودة بكميات أكبر.
- أكثر مقاومة للحمض المَعِدِى.
- أكثر مقاومة للصفراء.
- القدرة على الإلتصاق بغشاء الأمعاء.
- أن تكون غير هوائية أو محبة لهواء قليل.
- مقاومة للمضادات الحيوية.
- لاتُلَزِّنُ agglutinate بواسطة الهيم haem.
- لاتكون أمينات بيوجينية biogenic.
- لاتؤثر بصورة ملحوظة على الخواص الحسية للمادة الغذائية.
- المقدرة على تحضير وتخزين المزرعة للمحافظة على خواص الحيوية والصحة.
- المحافظة على مستوى معين فى الحيوية فى المنتج الغذائى إلى أن يتم التصرف فيه.
- المقدرة على التحديد الدقيق للسلالة بما فى ذلك الجنس والنوع ومصدر السلالة.
- تحقيق بروفيلات التخمر والنكهة فى ظروف الإستخدام.
- وجود البرهان الأكلينيكى للتأثير على الصحة.
- برهان عملى للمَعَالِم الهامة للوظائف الفسيولوجية، فمثلاً إرتفاع مستوى اللاكتاز أو البقاء حية فى الأمعاء أوتنشيط/تنبيه اللاقمات الكبيرة macrophage، وكل هذا يتوقف على المجموعات المقصودة.

(Buckenhüskes)

مغطيات coatings

المعاملات السطحية والمغطيات المأكلة فى حفظ الأغذية

surface treatments and edible coatings in food preservation

I- أستُخدِم شمع العسل لتغطية الموالح فى الصين من قديم الزمان لتأخير فقد المياه. والمغطيات المأكلة تخدم عدة أغراض: تحسن المظهر أو القوام وتقلل من فقد المياه فمنها تشميع التفاح والبرتقال لإضافة لمعة ومنع الإنكماش الناتج عن فقد المياه، كما تُغَطَى الحلويات لمنع إلتصاقها كما تستعمل مضادات الأكسدة والكبريتيتات للمحافظة على المظهر فى الفاكهة والخضر، وتستخدم فى تقليل الإسمرار فى التفاح والكمثرى والبطاطس وعيش الغراب والأسماك الصدفية وفى حفظ لون السمك كما تستخدم مضادات الفطر مع الفاكهة الكاملة لمنع التلف وغير ذلك من العمليات.

والمغطيات تعمل على: ١- زيادة كفاءة المواد الحافظة. ٢- كبسلة النكهات للحفظ والتخزين والإطلاق المنضبط فى الأغذية. ٣- المحافظة على المواد الطيارة ذات النكهة فى الفاكهة المغطاة. ٤- تقلل من الجفاف والأكسدة فتبطىء من التغيرات الهدمية. ٥- ربما كونت جواً معدلاً حول المنتجات المغطاة. ٦- تخفض من هجرة الليبيدات فى الحلويات والأغذية المخمرة. ٧- تفصل مكونات لها نم مختلف. ٨- يمكن إضافة مضافات مرغوبة منها مضادات الأكسدة والمُحَمِضَات والمواد الحافظة ومضادات الفطر بحيث يمكن مد ثبات المنتج وبذا يزيد عمر الرف. ٩- تحسن من المناولة الميكانيكية.

II- الآلية

أ- خواص النفاذية فى المغطيات

permeability properties of coatings

نفاذية الأفلام والمغطيات المأكلة لبخار الماء أو الغاز أو المذاب أو الدهون لايمكن التنبؤ بها فى كثير من الأحيان نظراً لعدم التجانس فى التركيب ولأن معظمها محبة للماء hydrophilic. والتكوين الكيماوى والتركيب لبوليمر الفلم يؤثر على نفاذيته، فالمواد القطبية العالية ذات الدرجة العالية من الربط الأيدروجينى تظهر نفاذية غاز منخفضة، خاصة تحت ظروف رطوبة منخفضة وهى أيضاً حواجز فقيرة للرطوبة. والمواد غير القطبية مثل الليبيدات حواجز جيدة للرطوبة ولكنها تمرر الغازات مثل الأكسجين. ونوع المجموعة الوظيفية على البوليمر لها أيضاً أثرها وإذا كانت محبة أو كارهة للماء، وإمتصاص الماء يزيد من النفاذية عادة. والمجموعات غير القطبية فى الأفلام تمرر أكسجيناً عندما توجد فى السلسلة الجانبية ولكنها تحسن نفاذية الماء قليلاً. وإضافة مكونات لها وزن جزيئى منخفض أو ملونات تؤثر على نفاذية الفلم ومرونته وفى كثير من الأحيان تزيدهما (خاصة نفاذية بخار الماء) وذلك بتمزيق الربط الأيدروجينى لسلسلة البوليمر. وهى تضاف عادة لتقليل قصافة brittleness الفلم بزيادة المطاطية/المرونة بما ينتج عنه تشقق أقل وكذلك تكوين رقائق أقل.

وحشو سلسلة البوليمر سواء كانت متراصة tight أو فضفاضة loose نتيجة سلاسل جانبية ذات حجم يؤدى إلى زيادة أو نقصان خواص النفاذية، بالتتابع. والدهون توجد فى حالات تبلر مختلفة ينتج عنها خواص حجز مختلفة، فالدرجات الأعلا من البلمرة ينتج عنها نفاذيات أقل وتؤثر درجة الحرارة على حركة mobility البوليمر وبالتالى نفاذيته. فدرجات الحرارة العالية (أعلا من حالة إنتقال الزجاج glass transition) ينتج عنها بوليمرات أكثر حركة (حالة غير متبلرة لدائنية) ولها خواص نفاذية أعلا نسبياً إذا قورنت بحالة وجودها "كزجاج" أو فى شكل قَصِف على درجات حرارة منخفضة. وبدون المرور خلال إنتقال تركيبى يتأثر إنتقال الأكسجين خلال أفلام البروتين بدرجة الحرارة. وتوجيه البوليمرات لإنسياب الفاقد يؤثر على خواص النفاذية. فالترتيب المتراص لبلورات الشمع رأسياً على إنسياب الغاز يجعله حاجزاً أحسن عما لو كان الترتيب موازياً لإتجاه الإنسياب.

وتشابك cross-linking لسلاسل البوليمر مع الأيونات أو الإنزيمات يمكن أن يقلل قيم النفاذية كما يغير رقم جـيد (متوقفاً على نقطة تساوى التأين فى حالة أفلام البروتين). وإضافة مواد كارهة للماء (ليبيدات) إلى فلم محب للماء لعمل مغطى مركب يمكن أحياناً أن يحسن خواص حجز الرطوبة للفلم المحب للماء، وقد ظهر هذا فى شبكة من ميثيل سيليولوز وايدروكسى بروبيل ميثيليسيليولوز مرتبطة مع ك١٦ وك١٨ أحماض دهنية مصفحة laminated بشمع العسل وبفلم كيتوزان يحتوى حمض اللوريك. كما يمكن الحصول على ذلك بتكوين فلم ذى طبقتين من مواد محبة وكارهة للماء ومن أمثلتها أيدروكسى-بروبيل ميثيل سيليولوز وخليط من أحماض الاستياريك والبالمتيك.

١- التأثير على فقد الماء
effect on water loss

يفقد الماء عادة فى طور البخار. فنفاذية بخار الماء تصف حركة بخار الماء خلال فلم أو مُغَطِى فى وحدة المساحة والثخانة، ويقدر فرق ضغط البخار عبر الفلم عند درجات حرارة ونسبة رطوبة معينة. فإذا تكونت ثغور أو شقوق أو ثقوب صغيرة جداً على سطح الفلم فإن بخار الماء ينساب خلال هذه المساحات مباشرة، وهذا يختلف عن ذوبان وإنتشار بخار الماء خلال حاجز فلم. وإنتقال بخار الماء خلال الأفلام يتوقف على الظروف البيئية مثل درجة الحرارة والرطوبة وعلى ذلك فيجب إختباره تحت الظروف المتوقع مقابلتها بواسطة المنتج المعين. وعموماً كلما كانت مادة تكوين الفلم أكثر حباً للماء كلما كان الفلم نفاذاً أكثر لبخار الماء.

٢- التأثير على تبادل الغازات فى الفواكه والخضروات الطازجة
effect on gas exchange of fresh fruits & vegetables

خلق جو محور لمنتج طازج مُغَطَى والتأثير على النضج
creation of a modified atmosphere for coated fresh product and effect on ripening

خلايا الأنسجة النباتية مثل مايحصد من فواكه وخضر نشطة فسيولوجياً فهى تستهلك الأكسجين

وتنتج ثانى أكسيد الكربون. ولأنها تتنفس فعندما تحاط فى عبوة أو غطاء شبه منفذ فإن جواً محوراً (ج.ح) يخلق داخل العبوة أو الغطاء متوقفاً على نفاذية الفلم أو الغطاء. وأثناء التخزين تستمر الفاكهة أو الخضر فى إستهلاك الأكسجين وإطلاق ك أ٢. فإذا نزلت مستويات الأكسجين كثيراً (تحت ١-٣٪ تبعاً للمنتج ودرجة حرارة التخزين) يمكن أن تحدث تفاعلات غير هوائية. وهذه تنتج نكهات غير مرغوبة ونضج غريب abnormal وفساد. والفاكهة من النوع الحرج climacteric كثيراً ماتحصد غير بالغة immature وتنضج خارج النبات مع تنفس مُسَرَع وإخراج إيثيلين. وهذان العاملان ينبهان جينات تنظم النضج والخلال senescence وتساهم فى حياة رف قصيرة نسبياً لهذا النوع من المنتج. وإنتاج الإيثيلين مثل التنفس يحتاج للأكسجين. وأكسجين منخفض (تحت ٨٪) و ك أ٢ مرتفع (فوق ٥٪) يبطىء التنفس ويعطل إنتاج الإيثيلين وبالتالى النضج. ودرجات الحرارة المرتفعة تزيد من تنفس الفواكه والخضر وتزيد من التأثير السيىء للغطاء أو العبوة على الجو الداخلى للمنتج المُغَطى. بينما درجة الحرارة المنخفضة تبطىء إنتاج الفاكهة للإيثيلين والتنفس وبذا تقلل من تأثير الفلم أو الغطاء من حيث تحوير الجو داخل الفاكهة.

تأثير فقد الوزن وجفاف السطح retardation of weight loss & surface desiccation

تفقد الفاكهة والخضر ماءاً إلى الجو المحيط على هيئة بخار ماء فى عملية تعرف بإسم التَعَرُق/عَرَق transpiration فيخرج الماء من خلايا الفاكهة إلى الجو المحيط، ولذا يُخزَن المحصول الطازج تحت ظروف رطوبة نسبية عالية (٩٠ - ٩٨٪) لتقليل فقد الماء ومايتبعه من فقد الوزن والإنكماش. والمغطيات المأكلة يمكنها تأخير هذه الحركة ولكنها تصبح أكثر نفاذية لبخار الماء والغازات تحت ظروف نسبة رطوبة عالية كما شرح أعلاه.

٣- التأثير على ثبات الفواكه والخضر المعاملة خفيفاً effect on stability of lightly processed fruits & vegetables

المعاملة الخفيفة أو أقل معاملة للمنتج الطازج تعنى القطع وعمل الشرائح وإزالة القلب والتقشير والتشذيب أو التقطيع إلى أجزاء الفاكهة أو الخضر ولما كان المنتج الطازج المقطوع مثله مثل المنتجات الكاملة له أيض نشط فإن هذه المعاملات ينتج عنها سلسلة من التفاعلات الكيماوية والحيوية قد تؤدى إلى تغيرات هدمية. فيزيد التنفس وإنتاج الإيثيلين وخُلال senescence سريع وتغيرات لونية غير مرغوبة وتغيرات فى النكهة وتكوين أيضات ثانوية وزيادة نمو الكائنات الدقيقة. وكثير من هذه التفاعلات إستجابات نباتية لجروح ترجع إلى ضرر من أقل معاملة. وتستخدم طرق لزيادة عمر التخزين لهذه المنتجات مثل إستخدام مضادات الأكسدة والمُحَمِضَات والمواد الحافظة وأملاح المعادن. وعوامل التناضح والمغطيات المأكلة تستخدم كحوامل للمواد النشطة التى توفر الإسمرار أو تغيرات اللون أو نمو الكائنات الدقيقة أو التطرية .... الخ. بجانب أن التغطية بخواص نفاذية مناسبة وتحت ظروف معينة يمكن أن تخلق جواً محوراً حول المنتج وتؤخر التنفس والأكسدة والجفاف. كما أن خفض نشاط الماء السطحى

يمكن أن يزيد ثبات الناتج ويتوصل إلى ذلك بتشريب شرائح الفاكهة أو أجزائها بعصير الفاكهة أو شراب سكروز أو جليسرول مع أو بدون تغطية بمادة متبلرة مناسبة ذائبة في الماء.

ب- سلامة تركيب ومظهر المنتجات المغطاة
structural integrity & appearance of coated products

مغطيات الفاكهة والخضر يمكن أن تعمل كمشحمات lubricants لخفض الضرر السطحي والندب scanning والـ chaffing وهذا يقلل من الفساد بواسطة البكتيريا الممرضة كما أن إضافة بعض المغطيات يقلل من مجموع الكائنات الدقيقة. وفلم يمكن أن يحفظ مكونات الناتج أثناء التسويق. والشمع يستخدم مع الجبن لمنع نمو الفطر أثناء النضج و/أو عملية التعتيق. كما أن الراتنجات وبروتين الترين والمستحلبات الدقيقة للشمع تعطى لمعة. ويستخدم الشيلاك shellac وعديد الإيثيلين والمستحلبات الدقيقة لشمع الكارنوبا carnauba مع الفاكهة والكارنوبا والشيلاك والزيين إستخدمت مع القند والحلويات. والمستحلبات الدقيقة microemulsions لشمع كانديليلا candelilla تعطى مظهراً لامعاً خاصة إذا كان معها جيلاتين. والمغطيات الكربوايدراتية مثل السيليولوز أو البكتين تعطى بريقاً جذاباً غير ملتصق إذا إستخدمت على المنتجات عندما تكون جافة ولكنها تعطى قواماً زلقاً غير مرغوب عندما تصبح هذه المنتجات مبتلة بعد التكثف كما يحدث كثيراً بعدما تزال من التخزين البارد.

III- المواد المستخدمة في المغطيات المأكلة وفي وصفات الفلم **materials used in edible coatings and film formulations**

أ- الليبيدات **lipids**

هذه تشمل مركبات غير محبة للماء: إسترات متعادلة للجليسرول والأحماض الدهنية، وأيضا الشموع وهي إسترات لكحولات أحادية طويلة السلسلة وأحماض دهنية (الجدول ١). والأحماض الدهنية والكحولات ليس لها سلامة التركيب والمتانة لكي تعمل كمكونات فلم وحدها ولذا فهي تدخل مع شبكة تركيبية من مركب آخر مثل الكربوايدرات. وكحول الأسيتايل كان أكثر مقاومة لنفاذية الأكسجين غالباً لقدرته على التبلر كصحيفات platelet متراكبة مع توجه رأسي لإنسياب الغاز. والليبيدات في المغطيات حتى ٧٥٪ يمكن إستخدامها لتحسين أداء المُغطِي بدون إنقاص خواص حجز الرطوبة ولكنها تحت ٢٥٪ فإن النفاذية زادت.

ويستخدم من الزيوت زيت البارافين والزيوت المعدنية وزيت الخروع والقرطم والجليسريدات الأحادية المؤستلة والزيوت النباتية (الفول السوداني والذرة والصويا) ومن الشموع يستخدم البارافين والكارنوبا وشمع العسل وعديد الإيثيلين ويحضر شمع الكارنوبا من نضيح أوراق شجر النخيل *Copernica cerfera* التي توجد في البرازيل بينما شمع الكانديليلا عبارة عن نضيح نبات كانديليلا *Euphorbia antisphilitica* ويوجد في المكسيك وجنوب تكساس. ومن المستحلبات مغطيات زيت أو شمع في ماء أو محلول محب للماء.

جدول (١): مكونات ليبيدية للمغطيات.

الليبيد	التقسيم
الزيوت	
- الجليسريد الأحادى المؤستل	مُغطِى يزال بالذوبان الساخن.
- زيت الخروع	مكون فى المغطيات للقَند والأقراص.
- أحماض دهنية من مصادر مأكلة: كابريك، لوريك، ميريستيك، أولييك، بالمتيك، استياريك	عوامل إطلاق؛ مشحمات؛ مغطيات حامية للفواكه والخضر الطازجة.
- زيت اللارد	(ع.ع.أ) عادة تعتبر مأمونة، زيت مأكلة.
- زيت معدنى	مُغطِى يزال بالذوبان الساخن.
- زيت فول سودانى	ع.ع.أ، زيت مأكلة.
- زيت القرطم	ع.ع.أ، مستحلب، مُثبت.
- أملاح أحماض دهنية	رابط، مستحلب، عامل ضد الكعكعة anticaking.
- زيت فول الصويا	ع.ع.أ، زيت مأكلة.
- ايدروكربونات بترولية شبه برافينية مُخَلَّقة	مكَون لمغطيات الفواكه والخضر.
- التالو tallow	ع.ع.أ، زيت مأكلة.
- زيت معدنى أبيض	مكَون مُغطِى للذوبان الساخن للحوم المجمدة لجليسريد أحادى مؤستل.
الشموع	
شمع العسل	ع.ع.أ، عامل إنهاء سطحى.
كانديليلا	ع.ع.أ، شحم، عامل إنهاء سطحى.
كارنوبا	ع.ع.أ، مشحم، عامل إنهاء سطحى.
شمع البارافين	مكَون للمُغطِى.
شمع البترول	مكَون للكبسولات الدقيقة للنكهات وعوامل ضد تكوين الرغوة. ومُغطِى حام للجبن والفواكه والخضر الخام.

ب- الراتنجات resins

الراتنجات مجموعة من مواد حمضية تنتج وتفرز كإستجابة لجروح بواسطة خلايا نباتات متخصصة لأشجار وشجيرات والمُخَلَّق منها منتجات أساسها البترول.

١- الشيلاك shellac

تنتجه حشرة من الهند *Laccifer lacca* ويعطى مظهراً لامعاً جداً. ورغم أنه يصرح به كمضاف غذائى غير مباشر إلا أنه يستخدم للفواكه الطازجة والقند. وهو له - مع راتنجات أخرى - نفاذية غازات منخفضة ونفاذية متوسطة لبخار الماء.

٢- روزين الخشب wood rosin

يصنع من راتنجات زيتية لشجر الصنوبر.

٣- راتنجات أخرى

راتنج التربين terpene يحصل عليه ببلمرة ايدروكربونات التربين من الخشب ومصرح به كمضاف غذائى مباشر. ويستخدم كحاجز للماء فى كبسولات الجيلاتى الطرية. وهناك راتنجات الكوبال والدامار والإيليمى.

ج- البروتينات proteins

يستخدم الكيزين والتربين فى اللحوم المبثوقة كمغطيات مأكلة وكذلك مع النُقل والحلويات، بالتتابع. والجدول (٢) يعطى البروتينات المستخدمة عادة كمغطيات.

جدول (٢): المواد البروتينية المستخدمة عادة كمغطيات.

مادة البروتين	التقسيم
- الكازين/كازينات الصوديوم	ع.ع.أ، مزاولة التصنيع الجيد GMP.
- الكولاجين	مضافات أغذية.
- منتجات مُحَوَّرة من بذرة القطن	مضافات أغذية.
- جيلاتين	كبسولات صغيرة للنكهات، جيلاتين مع حمض السكسينيك.
- مركز بروتين السمك	مضاف أغذية.
- معزول بروتين السمك	مضاف أغذية.
- كيراتين	
- ببتونات	ع.ع.أ، مضاف مغذى.
- معزول بروتين الصويا	يهاجر إلى الغذاء من منتجات الورق.
- جلوتين القمح	ع.ع.أ، مُثبت، مُثخِن، عامل إنهاء سطحى.
- شرش	ع.ع.أ، مزاولة التصنيع الجيد.
- زين	ع.ع.أ، عامل إنهاء سطحى.

١- بروتينات اللبن

الكازين: يذوب فى محاليل مائية ويكون أفلاماً مرنة لالون لهـا. وإضافة مركبات ليبيدية إليـه وتعديل جـ يد خفض نفاذية بخار الماء لأفلام الكيزين بينما إضافة اللبن الكامل وكيزينات الصوديوم أو لبن جاف فرز أو شرش إلى أفلام عديدة السكر أنقصت نفاذية بخار الماء لهذه الأفلام المحبة للماء.

الشرش: بروتينات الشرش تعطى أفلاماً مشابهة لتلك الناتجة من الكيزينات. والأمر يتطلب التسخين ليكون روابط بين جزيئية من ثانى الكبريتيد مما يعطى أفلاماً غير ذائبة فى الماء وقَصِفَه وتتطلب مُلَدِنات.

٢- كولاجين وجيلاتين collagen & gelatin

الكولاجين يستخدم كأغشية إسطوانية casings بعد هضمه بالحمض أو الإنزيمات لإنتاج الأغشية الإسطوانية المأكلة التى تستخدم مع منتجات اللحوم. والجيلاتين ينتج عن الحلمأة الجزئية للكولاجين ويستخدم فى الكبسولات الدقيقة للنكهات والكبسولات الطرية فى صناعة الأدوية. وهو ذائب فى المحاليل المائية ويعطى فلماً مرناً رائقاً منفذاً للأكسجين.

٣- جلوتين القمح wheat gluten

وهو يذوب فى الكحول المائى ولكن ليُكَون محاليلاً تكون فلماً متجانساً يلزم ظروف قاعدية أو حمضية. كما أنه يحتاج إلى مُلَدِنات لزيادة المرونة لأنه قَصِف جداً. وهذه الأفلام لها نفاذية عالية للماء ولكنها حواجز جيدة للأكسجين و ك أ٢.

٤- زيين الذرة corn zein

لايذوب فى الماء ولكن يذوب فى الكحول المائى وعندما يجف يكون له سطح لامع مقاوم للشحم. وهو قَصِف ويلزم إضافة ملدنات وقد استخدم كبديل للشيلاك بسبب مظهره اللامع جداً، ومعدل جفافه السريع وزيادة ثباته أثناء التخزين.

٥- بروتين الصويا soy protein

وهو يوجد كمركز (٧٠٪ بروتين) أو كمعزول (٩٠٪ بروتين). ويعزز تكوين الفلم بالتسخين الذى يمسخ

البروتين مما يسمح بتكوين روابط كبريتيدية مزدوجة. وهذا يقلل من نفاذية بخار الماء. ويمكن زيادة التشابك بالهضم الإنزيمي. ويجب ضبط رقم جيد بعيداً عن نقطة تساوي التكهرب لبروتين الصويا (~ ٤,٦) حتى يتكون الفلم.

٦- بروتين الفول السوداني peanut protein

يمكن صناعة الأفلام من بروتين الفول السوداني بطريقتين: الأولى تكوين الفلم السطحي surface film formation بإستخدام محاليل بروتين/ليبيد آتية من الفول السوداني المُحَمَص ودقيق الفول السوداني منزوع الدهن جزئياً ومركز البروتين. وهذا ينتج فلماً له سطح خشن وخواص ميكانيكية فقيرة. كما يمكن إنتاج الأفلام بطريقة الترسيب على جيد ٩,٥ من مركزات الفول السوداني، وهذه الطريقة واعدة.

كما يمكن إستخدام بروتينات الزيين والكازين والصويا لإنتاج أفلام للفاكهة والخضر والكبسلة الدقيقة للنكهات أو لعمليات اللف. ويلاحظ أن الأفلام البروتينية يمكن أن تتضمن الأحماض الأمينية المحددة limiting. ولكنها أيضاً يمكن أن تعمل حساسيات.

د- الكربوايدرات carbohydrates

السكريات العديدة تستخدم كمُثخِنات ومُثبِتات وعوامل تكوين جل ومستحلبات. وهي تكون أفلاماً محبة للماء لها مدى متسع من اللزوجة ونفاذية منخفضة للغازات ولكن مقاومة ضعيفة لبخار الماء (جدول ٣).

جدول (٣): السكريات العديدة المستخدمة في المغطيات.

السكر العديد	التقسيم
آجار	ع.ع.أ. عامل تجفيف وتنكيه، مُثبت، مُثخِن، عامل إنهاء سطحي.
الجينات	ع.ع.أ، مستحلب، مُثبت، مُثخِن.
كاراجينان	مستحلب، مُثبت، مُثخِن، عامل تكوين جل.
أملاح الكاراجينان	مُثبت، مُثخِن، مستحلب.
كيتوزان	
دكسترين	ع.ع.أ، يساعد في التكوين، مُثبت، مُثخِن.
ايثيل سيليولوز	رابط، مالىء، مكون في مغطيات أقراص الفيتامينات والمعادن.
فيرسليران وأملاحه	مستحلب، مُثبت، مُثخِن.
صمغ الجلاد	مُثبت، مُثخِن.
الصمغ العربي (صمغ أكاسيا)	ع.ع.أ، مستحلب، يساعد في التكوين.
صمغ جاتي	ع.ع.أ، مستحلب.
صمغ كارايا	ع.ع.أ، يساعد في التكوين، مُثبت، مُثخِن.
صمغ تراجاكانث	ع.ع.أ، مستحلب، يساعد في التكوين.
صمغ الخروب	ع.ع.أ، مُثبت، مُثخِن.
صمغ الجوار	ع.ع.أ، مستحلب، يساعد في التكوين، عامل تماسك firming.
ايدروكسي بروبيل سيليولوز	مستحلب، يكون فلماً، غروي حامي، مُثخِن.
ايدروكسي بروبيل ميثيل سيليولوز	مستحلب، يكون فلماً، غروي حام، مُثخِن.
ميثيل سيليولوز	ع.ع.أ، ممارسة التصنيع الجيد.
ميثيل ايثيل سيليولوز	تهوية، عامل إستحلاب أو إرغاء.
نشا محور	مضاف غذائي.
بكتينات	ع.ع.أ، ممارسة التصنيع الجيد.
كربوكسي ميثيل سيليولوز الصوديوم	ع.ع.أ. ممارسة التصنيع الجيد.
صمغ الزانثان	مُثبت، مستحلب، مُثخِن، عامل تعليق suspending agent.

١- السيليولوز cellulose

السيليولوز لايذوب في الماء ولكن مشتقاته: صوديوم كاربوكسي ميثيل، والميثيل أيدروكسي بروبايل والأيدروكسي بروبايل ميثيل سيليولوز أكثر ذوباناً. وهذا المشتقات لها نفاذيات مختلفة لبخار الماء والغازات وتكون أفلاماً. ودرجة الإستبدال ونوعه (أيوني أو غير أيوني) للمجموعات الوظيفية وكذلك طول سلسلة البوليمر تؤثر على خواص النفاذية والذوبان واللزوجة. كما تنتج سلالة من *Acetobacter* بتخمر هوائي فيبر يسمى سليولون cellulon وهذا له تركيب فيزيقي دقيق وإن لم يختلف كيماوياً عن السيليولوز النباتي.

٢- بكتين pectin

درجة أسترة (دأ DE) البكتين تؤثر على الذوبان وتكوين الجل وكذلك طول السلسلة يؤثر على الذوبان واللزوجة. وهو له عندما يكون فلماً نوعاً من اللمعان والسطح غير اللاصق والبكتينات منخفضة الميتوكسيل يمكن تشابكها مع أيونات الكالسيوم لتكون جلاً. ومغطيات البكتين لها معدلات عالية لإنتقال بخار الماء نظراً لطبيعتها المحبة للماء، وهذا يمكن أن يُحَسَّن بإضافة برافين أو شمع العسل. ومقاومة الشد لأفلام حمض البكتينيك تزيد مع نقصان محتوى الميثوكسيل حيث أن إزالة مجموعات الاستر يزيد التشابك بين متبقيات مجموعات الكربوكسيل.

٣- كيتين chitin

ينتج من إزالة مجموعات الخليك acetyl الجزئية فيه تنتج الكيتوزان chitosan والذى يُحِثُّ على إستجابات دفاعية في النبات ويثبط نمو الفطر ويستخدم كفلم وكمادة حافظة طبيعية وممثلته زادت مرتين مقاومته لثاني أكسيد الكربون مما يؤخر النضج في الفواكه الحرجة. ولكن له مقاومة منخفضة لإنتقال بخار الماء إذا قورن بالمواد الدهنية.

٤- النشا starch

الأميلوز يكون أفلاماً أحسن بينما الأميلوبكتين ينفع كَمُثَخِن وهما شبه منفذان لثاني أكسيد الكربون ولكنهما مقاومان للأكسجين. وبعض مشتقات أيدروكسي بروبايل الأميلوز لها نفاذية منخفضة للأكسجين ولامقاومة لبخار الماء. والدكسترينات، وهي محملآت لجزيئات النشا تكون أفلاماً وعوامل كبسلة وحاملات نكهة. والمغطيات المصنعة منها لها نفاذية لبخار الماء أقل من أفلام النشا وقد تقاوم الأكسجين.

٥- عشب البحر وبوليمرات الصموغ
seaweed & gum polymers

عشب البحر: الكاراجينات والألجينات والآجار مكونات فلم جيدة وكذلك جل.

الصموغ: هذه سكريات عديدة متغايرة منها الصمغ العربي أو أكاسيا من *Acasia senegal*. وهو يكون محاليل مائية ذات لزوجة منخفضة ويمكنه أن يكون مستحلَبات ثابتة مع معظم الزيوت. ويستخدم في صناعة الحلويات كمُثَبِت ولاصق ومثبت fixative للنكهة وفي تغطية البيكان وكمستحلِب جيد. أما صمغ التراجاكانت فيستخدم في صناعة التجميل. وصمغ الكارايا يكون فلماً ناعماً يحتاج

لملدنات. وصمغ الخروب فى صناعة القماش كعامل إنهاء وكمكون فى صناعة التجميل والصلصات وصلصة السلطة. وصمغ الجوار مكون لفلم فى صناعة القماش. وصمغ الزانثان يستخدم فى الصلصات والهاموم والأغطية الجيدية وجلات الفاكهة، وكمغطيات لمنع هجرة الرطوبة أثناء التحمير وفى صلصة السلطة مع الجينات جليكول البروبيلين، وصمغ الجيلان فى القشع وفى الأغطية السكرية اللامعة وفى المربات والجيللى.

IV- المضافات فى تكوين المغطيات

additives as individual treatments or in coating formulation

تضاف المواد لغير غرض تكوين أفلام مأكلة لسببين رئيسيين، الأول هو تحسين الخواص التركيبية أو الميكانيكية أو خواص المناولة للمُغَطِى، والآخر هو تحسين الجودة أو النكهة أو اللون أو الخواص التغذوية. وهذه توجد فى الجدول (٤).

جدول (٤): المُلَدِنات والمستحلبات وعوامل السطح.

المكون	التقسيم
- جليسريدات أحادية مؤستلة	مستحلبات، مكون للمُغطى.
- زيت الذرة	زيت مأكلة.
- جليسريدات أحادية وثنائية ايثوكسيلية	مستحلبات.
- جليسرول	ع.ع.أ. ممارسة التصنيع الجيد.
- أحادى بالميتات الجليسرول والجليسريدات الأحادية والثنائية الايثوكسيلية	مستحلبات.
- أحادى استيارات الجليسرول والجليسريدات الأحادية والثنائية الايثوكسيلية	مستحلبات.
- ليسيثين ايدروكسيلى	مستحلب.
- ليسيثين	ع.ع.أ.ممارسةالتصنيع الجيد.
- مانيتول	مصرح به كمضاف، مكون للمغطيات الراتنجية والمتبلرة.
- حمض الأوليك	مشحم، رابط، مضاد للرغوة.
- زيت النخيل	ع.ع.أ. بديل لزبدة الكاكاو.
- عديد ايثيلين الجليكول	وزن جزيئى ٢٢٠٠-٩٥٠٠، مغطى، رابط، مُلَدن.
- عديد السوربات ٦٠	مستحلب، مضاد للرغوة.
- عديد السوربات ٦٥	مستحلب.
- عديد السوربات ٨٠	مستحلب، عامل مشتت، عامل سطح، عامل إبتلال.
- بروبيلين الجليكول	ع.ع.أ. مذيب، مُتخِن، مكون للمغطيات الراتنجية والمتبلرة.
- الجينات بروبيلين الجليكول	مكون لتغطية الموالح.
- لاكتيلات ستياروئل الصوديوم	عامل سطح، مستحلب، مُثبت.
- أحادى أوليات السوربيتان	مستحلب لترويق عصير القصب والبنجر.
- أحادى استيارات السوربيتان	مستحلب.
- سوربيتول	مكون للمغطيات الراتنجية والمتبلرة.
- سكروز	ع.ع.أ.ممارسةالتصنيع الجيد.
- استرات الأحماض الدهنية للسكروز	مستحلبات، للقوام، مكون لحماية المغطيات للفاكهة الطازجة.

أ- الملدنات والمستحليات وعوامل النشاط السطحي
plasticizers, emulsifiers and surfactants

١- الملدنات plasticizers

هذه مركبات ذات وزن جزيئي منخفض تعطي قوة أزيد ومرونة للمُغَطِي وتزيد من نفاذيته لبخار الماء والغازات.

٢- المستحليات وعوامل السطح
emulsifiers & surfactants

المستحليات عوامل نشاط سطحي أو مثبتات ذات وزن جزيئي كبير وهي إما بروتينات أو صموغ أو مواد نشوية. وعوامل السطح تقلل من نشاط الماء السطحي ويمكن أن تؤثر على معدل فقد الرطوبة كمُغَطِي. وخفض نشاط الماء السطحي عند بيسطح ماء/زيت يساعد على تكوين وتثبيت المستحليات وهذا مهم لعمر الرف. وعوامل السطح ذات قيم توازن حب للماء-حب للدهن (و.م.د HLB) منخفضة تثبت مستحلَبات ماء-في-زيت، بينما قيم و.م.د HLB عالية تثبت مستحلَبات زيت في ماء. وعوامل السطح تساعد المغطيات على الإلتصاق بالسطوح المغطاة. ومعظم الشموع الطبيعية لها خواص مستحلية.

ب- مضادات الفطر وعوامل الضبط الفسيولوجية
fungicides & biocontrol agents

١- مضادات الفطر fungicides

حوالي ٢٠ مركب موجودة ولكنها لم يصرح بها في كثير من الحالات ومصرح في الولايات المتحدة بالإيمازاليل imazalil والثيابندازول thiabendazole كمُغَطِي للموالح. وهناك عدد من مضادات الفطر للفواكه الحجرية والببايا والفراولة والطماطم والتفاح وتوت العليق.

٢- عوامل الضبط البيولوجي
biological control agents

الخمائر والبكتريا الأعداء تثبط نمو العفن mold وبذا تزيد من عمر الرف للخضر والفاكهة. وينتج ذلك عن إنتاج مركبات مضادات للحياة، المنافسة على المغذيات عند مواقع الجروح، التدخل المباشر مع المُمْرِض وحث إستجابات دفاع المضيف host. واستخدمت هذه المركبات في مغطيات الفاكهة وعطلت فساد الموالح. واستخدمت مستحضرات ضد البكتيريا بها *Pseudomonas syringae* وضد الخميرة وبها *Candida oleophila* لضبط فساد التفاح والموالح.

ج- المواد الحافظة/عِطَان preservatives

استخدم الملح والنيتريتات والكبريتيتات لإطالة عمر الرف للأغذية وقد دخلت في المغطيات: (الجدول ٥)

١- البنزوات والسوربات والأحماض العضوية القصيرة

حمض البنزويك والبنزوات تؤثر في جيد ٢,٥ - ٤,٠ ولاتؤثر فوق جيد ٤,٥ والجزء غير المتأين هو المؤثر. وهو يضبط الخمائر والعفن أكثر من البكتيريا ويجب ألا تزيد نسبته عن ٠,١٥ - ٠,٢٥٪ وحمض السوربيك والسوربات أيضاً في الجزء غير المتأين يؤثر ضد الفطر وبعض البكتيريا ويسمح به بنسبة

٠,١٥ – ٠,٢٥٪ وأحماض الخليك واللاكتيك والبروبيونيك والفيوماريك والستريك تستخدم في المغطيات وتعمل ضد الكائنات الدقيقة.

جدول (٥): المواد الحافظة/عِطّان.

العِطّان	التقسيم
– حمض الخليك	ع.ع.أ، عامل معالجة وتخليل.
– حمض البنزويك	ع.ع.أ، عامل مضاد للكائنات الدقيقة.
– ثنائي صوديوم الكالسيوم	عِطّان، الإحتفاظ باللون.
– ايثيلين ثنائي الأمين رباعي الخليك	(أ.ثنا.أ.ر.خ)
– حمض السيتريك	ع.ع.أ، ممارسة التصنيع الجيد.
– دي ايدرو حمض الاسكوربيك	عِطّان، للقر المقطوع أو المقشور.
– ثنائي صوديوم أ.ثنا.أ.ر.خ	عِطّان، الإحتفاظ باللون.
– حمض الفيوماريك	مضاف تغذوي.
– حمض لاكتيك	ع.ع.أ، مضاد للكائنات الدقيقة.
– ميثيل بارابن	ع.ع.أ، مضاد للكائنات الدقيقة.
– ناتاميسين	مثبط للفطر للجبن الشرائح.
– سوربات البوتاسيوم	ع.ع.أ، ممارسة التصنيع الجيد.
– حمض البروبيونيك	ع.ع.أ، مضاد للكائنات الدقيقة.
– بروبايل باراين	ع.ع.أ، مضاد للكائنات الدقيقة.
– بنزوات الصوديوم	ع.ع.أ، مضاد للكائنات الدقيقة.
– نترات الصوديوم	عِطّان، مثبت للون السمك واللحم.
– نتريت الصوديوم	عِطّان، مثبت للون السمك واللحم.
– حمض السوربيك	ممارسة التصنيع الجيد.

٢– بارابينات parabens

وهي استرات ال p–ايدروكسي حمض البنزويك وتعمل ضد الكائنات خاصة الخميرة والعفن وتستخدم بنسبة ٠,١٪.

٣– الكبريتيتات sulfites

الكبريتيتات أو ثاني أكسيد الكبريت وأملاحه تعمل ضد الخميرة والعفن وخاصة البكتيريا وتمنع الإسمرار الإنزيمي والجزء المؤثر هو غير المتأين عند جيد >٤ ولاتستخدم مع مصادر الثيامين أو اللحوم والفواكه أو الخضر الطازجة لأنها تسبب حساسية.

٤– استرات السكروز والكيتوزان
sucrose esters & chitosan

استرات السكروز تستخدم كمستحلب وكمكون للمغطيات المأكلة وأسترات السكر مع حمضي البالمتيك والاستياريك لها نشاط ضد العفن عند نسبة ١٪ والكيتوزان مكون الفلم يستخدم في المُغطِي ويثبط نمو الفطر على النبات بحث إستجابات الدفاع للنبات.

٥– مركبات أخرى طبيعية مضادة للفطر
other antifungal compounds

تقاوم الفاكهة غير الناضجة أكثر الفساد وربما كان ذلك راجعاً إلى بعض مركبات مضادة للفطر وقد وجد ذلك في المانجو وفي الأفوكادو. وعزل من عشب *Achyranthus aspera* herb كحول طويل السلسلة ومع زيت طيار مضاد للفطر ثبط نمو هيفات *Aspergillus carneus*. ومشابهات

الثيوسياناتات من الخردل وفجل الخيل لها نشاط ضد الكائنات الدقيقة. ومركب بيرولنيترين pyrrolnitrin عزل من بكتيريا *Pseudomonas cepacia* والذى عزل من أوراق التفاح وجد أنه يضاد *Botrytis* ، *Penicillium expansum* ، *cinerea* .sp *Mucor* وإستخدم مع الفراولة فوجد أنه يؤخر عفن التخزين.

د- مضادات الأكسدة antioxidants

وهذه تؤخر الأكسدة (جدول رقم ٦).

١- مضادات الأكسدة الفينولية phenolic antioxidants

تظهر فى الجدول (٦).

٢- مضادات أكسدة أخرى وعوامل ضد الإسمرار

من هذه أحماض السيناميك والبنزويك مع حمض الاسكوربيك حيث تثبط أكسيداز عديد الفينول. وحمض الاسكوربيك ومشتقاته وحمض الأريثوربيك وفوسفات-٢- حمض الاسكوربيك وثلاثى الفوسفات تثبط الإسمرار الإنزيمى فى التفاح المقطوع. وبالميتات الاسكوربايل وحمض السيناميك وحمض البنزويك و β-دكسترين الدائرى تثبط الإسمرار الإنزيمى فى العصير. والسستئين مثبط لأكسيداز عديد الفينول. وحمض الخليك و أ.ثنا.أ.ر.خ EDTA تستعمل فى مغطيات لتثبيط الإسمرار للتفاح المقطع والبطاطس وعيش الغراب. ومستخلص اكليل الجبل ومنه كارنوزول وحمض كارنوسينيك وحمض روزمارينيك مصدر طبيعى لمضادات الأكسدة. وكلوريد الكالسيوم أو الصوديوم ومايشابهه تثبط أكسيداز عديد الفينول. والريزورسينول ومشتقاته تثبط مشابهات إنزيم تيروسيناز المُسَّمرة فى عيش الغراب وقد تثبط أكسيداز عديد الفينول بالعمل كمادة تفاعل لهذا الإنزيم. وهذه المركبات لها نشاط ضد الكائنات أيضاً.

هـ- المعاملات المعدنية ومنظمات النمو mineral & growth regulator treatments

١- الكالسيوم calcium

الغمر فى كلوريد الكالسيوم يقلل أعراض النواة المرة bitter pit والضرر الأسمر/البنى الصغير الذى يحدث فى التفاح وكذلك السفع scald. ويزيد تماسك التفاح والخوخ والآس والفراولة ويؤخر نضج وفساد الأفوكادو والمانجو والتفاح والكمثرى والخوخ والفراولة والبطاطس. والسبب هو معالجة نقص الكالسيوم فى إتحاده بجدر الخلايا مما يجعلها مقاومة أكثر للفساد، ومتماسكة أكثر فى القوام كما أنه يعاكس إنبات الأبواغ وإطالة أنبوبة الجرثومة وهو ع.ع.أ.

٢- مثبطات النمو growth regulators

بتريسين واسبرميدين عدلت القوام فى التفاح والاسبرميدين والإسبرمين زادت التماسك فى شرائح الفراولة. ومنظمات نمو ثنائى كلورو فينوكسى حمض الخليك، كذلك ثلاثى كلوروفينوكسى حمض الخليك (٢، ٤، ٥-ت) عندما أضيفت لشمع الفاكهة عملت ضد الخُلال فى

جدول (٦): مضادات الأكسدة.

مضاد الأكسدة	التقسيم
حمض الاسكوربيك	ع.ع.أ ممارسة التصنيع الجيد.
٢-فوسفات حمض الاسكوربيك	
٣-فوسفات حمض الاسكوربيك	
أنوكسومر	مضاد أكسدة.
بالميتات الاسكوربيك	
بوتيلات ايدروكسى انيسول	ع.ع.أ ممارسة التصنيع الجيد.
بيوتيلات ايدروكسى توليوين	ع.ع.أ ممارسة التصنيع الجيد.
ل-سستئين	ع.ع.أ، يحسن الجودة البيولوجية للبروتين فى الغذاء.
ثنائى فينيل أمين	المعاملة السطحية للتفاح لمنع السفع scald.
حمض الاريثوربيك	ع.ع.أ، ممارسة التصنيع الجيد.
اريثوكيسيكين	مضاد للأكسدة.
ليسيثين	ع.ع.أ، ممارسة التصنيع الجيد.
كبريتيت البوتاسيوم	ع.ع.أ، ممارسة التصنيع الجيد، الفاكهة والخضر الخام.
ميتابيكبريتيت البوتاسيوم	ع.ع.أ، ممارسة التصنيع الجيد، الفاكهة والخضر الخام.
جالات البروبايل	ع.ع.أ، منكه.
كبريتيت الصوديوم	ع.ع.أ، ممارسة التصنيع الجيد، الفاكهة والخضر الخام.
ميتابيكبريتيت الصوديوم	ع.ع.أ، ممارسة التصنيع الجيد، الفاكهة والخضر الخام.
كبريتيت الصوديوم	ع.ع.أ، ممارسة التصنيع الجيد، الفاكهة والخضر الخام.
ترتيارى بيوتايل ايدروكينون	مضاد أكسدة.
توكوفيرولات	ع.ع.أ، ممارسة التصنيع الجيد.
α-توكوفيرول	ع.ع.أ، يثبط تكوين النتروزأمين.
خلات α-توكوفيرول	ع.ع.أ، ممارسة التصنيع الجيد.

المندرين. وايدرازايد الماليك والـ ٢،٤-د 2,4-D (ثنائى كلوروفينوكسى حمض الخليك) أضيفت لمستحلبات الشمع لتعطيل نضج المانجو. وحمض الجبريليك عطل إنبات اليام (١٥٠ جزء فى المليون) لمدة شهر. ويعامل الليمون بـ ٢،٤د لتأخير الخُلال (الكأس ومتبقى السويق) بتقليل العدوى من *Alternaria*.

V- التدخين والمعاملة بالغاز
fumigation & gas treatment

يؤثر فوق أكسيد الأيدروجين فى تركيزات ٠,٠١ - ٠,١ على البكتيريا السالبة لجرام مثل الكولاى. ويستخدم مع منتجات الألبان لعمل الجبن والشرش-الغشاء وفى الحالة البخارية لعنب المائدة. وبخار الإسيتالدهايد (٠,٢٥ - ٠,٥٪) قلل الفساد فى عنب المائدة وبخار حمض الخليك قلل فساد العنب والتفاح والبرتقال والطماطم والفراولة. ومتطايرات الفاكهة والنبات تبدى نشاطاً تدخينياً ومنها البنزالدهايد وساليسالات الميثيل وبنزوات الإيثايل، والـ ١-هكسانول، *والترانس* ٢-هيكسانال ٢-فونافون، والفيوران. ونشاط ك أ، ضد الكائنات الدقيقة يظهر عند العفن والبكتيريا السالبة لجرام السيكروتروفية المحبة للبرودة.

VI- معاملة الفواكه فى الحجر الصحى
fruit quarantine treatments

يستخدم التدخين ببروميد الميثيل وإن كان يجهز لعدم إستخدامه لأنه يؤثر على الأوزون. ويمكن إستخدام التخزين البارد أو الهواء الساخن وحرارة البخار، والماء الساخن. ولكن معظم هذه المعاملات

تسبب تغيرات سطحية أو فى الجودة ومما يبشر بالخير إنقاص الأكسجين والإرتفاع بثانى أكسيد الكربون. ومغطيات الفاكهة موافق عليها كمعاملة لتطهير السطح من العثة على القشدة الأمريكية cherimoyer والليمون البنزهير فى أمريكا الجنوبية.

VII- تحضير السطح وتقنيات التغطية
surface preparation & coating techniques

المغطيات المأكلة يمكن تطبيقها بالغمس مع السماح للزيادة بالتصفية والغطاء بالصلابة أثناء ذلك. ثم توجه - الموالح - إلى حيث يزال الماء أو المذيب ثم يسمح لها بالجفاف فى الهواء على درجة الحرارة المحيطة. وفى بعض المغطيات المستحلَبة يضاف عامل إرغاء والرغوة تضاف بواسطة فرش أو قطع قماش لتوزع المستحلَب على السطح ثم تزال الزيادة. أو يُرَش المُغَطِى وهذا يعطى طبقة أرفع ومتجانسة. أو قاذفات تقذف المُغَطِى على الفاكهة.

تغطية الحلة تستخدم مع الأقراص والقند حيث يصل المُغَطِى إلى رشاش فى أجزاء مختلفة من الحلة. وبالنسبة لحبوب الإفطار فتشمل مواد أسلسها السكر الذى هو مسترطب ويسخن السكر مع أقل قدر من الماء كمذيب إلى قند صلب ثم يرش على الحبوب التى تسخن للحم السكر. أو يغزل السكر إلى بطانية حيث يوضع عليه الحبوب ثم بطانية ثانية وهذا السندويتش يضغط ويجفف.

VIII- التطبيقات على الأغذية

أ- الخضر والفواكه الكاملة الطازجة

التغطية بزيت نباتى أو معدنى تمت على الفواكه الإستوائية (مانجو، أناناس، موز، بابايا، جوافة وأفوكادو) بدرجات مختلفة من النجاح. والطماطم والليمون البنزهير يبقى عليها فلم رفيع سائل وقد قلل من *Salmonella montevideo* على الطماطم وأخَرَ النضج. ومُغَطيات الكيزين-ليبيد قللت فقد الرطوبة من الموالح والتفاح وقرع الذوكينى. والشيلاك وشمع كارنوبا وشمع عديد الإيثيلين قلل من فقد الرطوبة وأضاف لمعة للتفاح والموالح والفواكه الأخرى. وتشميع waxing البطاطس بشمع البرافين لم يؤثر على التنفس ولكنه قلل الإنبات وتخليق الكلورفيل والسولانين. وكذلك فإن الليسيثين وعامل السطح أيدروكسيل الليسيثين ثبطت تخليق الكلوروفيل والسولانين. وتكوين جو محور بسبب المُغَطيات يمكن أن ينفع فى تأخير النضج كما حدث مع الزيين أو الكيتوزان على الطماطم والسيليولوز على المانجو والطماطم.

ب- الفواكه والخضر المعاملة خفيفاً والفواكه المجففة والنُقل
lightly processed fruits and vegetables, dried fruit, and nut products

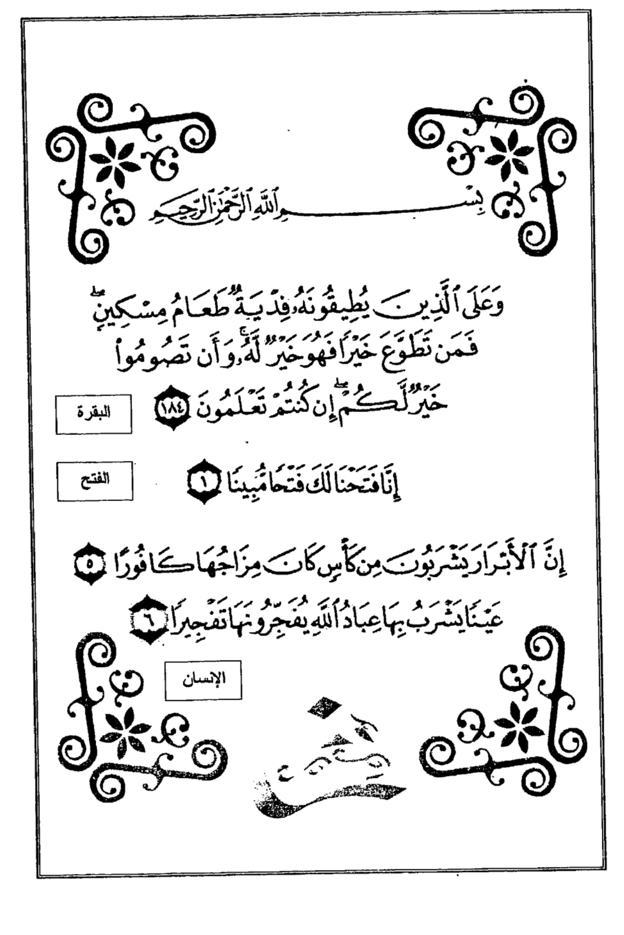
مغطيات كيزين-ليبيد قللت فقد الرطوبة، ومُغَطِى سيليولوز ثبطت جفاف السطح ومايتبعه من تغيرات لونية (إبيضاض) للجزر المقشور. ومغطيات الدكسترين منعت الإسمرار التأكسدى لشرائح

التفاح، فى حين أن مُغَطِى السيليولوز مع مضاد أكسدة كانت أكثر تأثيراً فى منع تغير اللون فى التفاح المقطوع عن محلول من مضاد الأكسدة وحده. ومُغَطِى من كيتوزان/حـ ـض اللوريك ثبط إسمرار التفاح المقطوع، فى حين أن مُغَطِيات كيزينات/ليبيد أنقصت فقد الرطوبة ومُغَطِى من حمض الألجينيك/كازين/ليبيد أنقص فقد الماء والإسمرار فى التفاح المقطوع. ومُغَطِى من عديد سكر/ليبيد أنقص فقد الماء والتنفس وإنتاج الإيثيلين فى التفاح المقطوع. ومُغَطِيات البكتين على اللوز حفظت الملح ومضادات الأكسدة على السطح مع إعطاء قوام غير زيتى. وتغطية النُقْل بالزيوت المهدرجة أو الجليسريد الأحادى المؤستل المحتوية على مضاد أكسدة أطال عمر الرف بتأخير التزنخ التأكسدى. والصمغ العربى أسْتُخدِم لتغطية البيكان. ومُغَطِيات الأميلوز ومعزول بروتين الشرش استخدمت لتأخير التزنخ التأكسدى أثناء تخزين النُقْل والحبوب والبقوليات والقند والفواكه المجففة. والفواكه المقندة والبلح خفض بها الإلتصاق بمغطيات من البكتين. والجليسريدات المؤستلة وزيت جوز الهند المهدرج أو زبدة صانع الحلوى تُثَبِتْ أجزاء الفاكهة فى مخلوط الكيك أو الخبز. ولكن مخاليط من الزيوت النباتية كانت ذات نتائج فقيرة فى ثبات نكهة الفواكه المجففة. ومنتجات من أساس صمغ الأكاسيا والجيلاتين غُطِّى بها الشكولاتة والنُقْل والجبن ومنتجات الأدوية، كما أنها مع كا كل٢ أنقصت إغمقاق اللون.

ج- منتجات الأغذية والحيوانات المعاملة
processed food & animal products

المغطيات المأكلة تحمى اللحوم ومنتجات النُقْل من التزنخ التأكسدى وإمتصاص الدهن وفقد طبقة الخبز أثناء التحمير، كما تحمى الشكولاتة من هجرة الزيت بإستخدام الأيدروغرويات. ومُغَطِيات الأميلوز أعطت سطحاً غير لاصق عند نسبة رطوبة <٨٠٪، ومنعت هجرة الدهن من الجبن ومنتجات الشكولاتة وإحتفظ بالنكهات المتطايرة. وإستخدام دهون اللحم والزيوت النباتية والجليسريدات الأحادية والثنائية والثلاثية والشموع أو مخاليط من هذه المواد فى تغطية اللحوم ومنتجاتها بما فيها قطع الفراخ المجمدة وقطع الخنزير pork chops أنقصت جفاف منتجات اللحوم. ومُغَطِيات نشا الذرة-الجينات أنقصت فقد الرطوبة وحسنت من عصيرية منتجات اللحوم المغطاة. ومُغَطِيات الكيزين-ليبيد أنقصت فقد الرطوبة من بيض الفراخ. والقند يغطى بالشكولاتة للنكهة وإنقاص فقد الرطوبة أو شمع الكارنوبا لإضافة لمعة وإنقاص الإلتصاق. وزيين الذرة ومشتقات الميثيل سيليولوز وايدروكسى بروبايل ميثيل سيليولوز مضادة للزيت وأنقصت إمتصاصه فى كرات البطاطس أو اللحم عندما كانت فى العجينة أو عندما استخدمت كمغطيات. والمغطيات -عادة من سكر - تؤخر أخذ السائل بواسطة منتجات الحبوب الجافة بحيث تبقى أطول فى اللبن قبل أن تصبح نَدِيَة.

(Baldwin)



بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ
وَعَلَى ٱلَّذِينَ يُطِيقُونَهُۥ فِدْيَةٌ طَعَامُ مِسْكِينٍ ۖ
فَمَن تَطَوَّعَ خَيْرًا فَهُوَ خَيْرٌ لَّهُۥ ۚ وَأَن تَصُومُوا۟
خَيْرٌ لَّكُمْ ۖ إِن كُنتُمْ تَعْلَمُونَ ﴿١٨٤﴾
البقرة
إِنَّا فَتَحْنَا لَكَ فَتْحًا مُّبِينًا ﴿١﴾
الفتح
إِنَّ ٱلْأَبْرَارَ يَشْرَبُونَ مِن كَأْسٍ كَانَ مِزَاجُهَا كَافُورًا ﴿٥﴾
عَيْنًا يَشْرَبُ بِهَا عِبَادُ ٱللَّهِ يُفَجِّرُونَهَا تَفْجِيرًا ﴿٦﴾
الإنسان

إختبار ف F-test

إختبار فرض أن الإختلاف فى توزيع عادى أقل من الإختلاف فى توزيع آخر وكثيراً مايوضع فى شكل توزيع ف. (Academic)

قيمة ف/التعقيم F-value

أنظر: تعقيم، علب.

قيمة ف$_{صفر}$/وحدة التعقيم F_0-value

أنظر: عقم، علب.

فالين valine

الوزن الجزيئى ١١٧,١٥. حمض أمينى ضرورى لنمو الفئران والإنسان ويوجد فى البروتينات الليفية شكل ل. وريقات من الماء والكحول ينصهر عند ٣١٥°م ويتسامى ويذوب فى الماء ويكاد لايذوب فى الكحول البارد والإيثير والأسيتون. وشكل د.ل يتسامى بدون إنصهار وجزء واحد يذوب فى ١١,٧ أجزاء من الماء على ١٥°م، ١٤,١ أجزاء على ٢٥°م وهو غير ذائب تقريباً فى الكحول البارد والإيثير

(ك يد٣)٢ ك يد- ...ك... ك أ أ يد (يد٢ن فوق ك، يد تحت ك)

ل-فالين (Merck)

فانيليا vanilla

الإسم العلمى *Vanilla planifolia* Ands.

الفصيلة/العائلة: سحلبية Orchidaceae

الثمار طولية ومبططة ١٢٠-٣٥٠ مم × ٥-٩ مم والطرفان يتناقصان تدريجياً وأحياناً تنشق إلى ثلاثة أجزاء فى الطرف ولونها بنى خفيف وهى مجعدة بالطول ومغطاة ببلورات صغيرة من الفانيلين. وهناك بذور صغيرة عديدة.

وفى القطاع العرضى بشرة الغلاف الثمرى الخارجى بها أجسام حمراء إلى بنية بعضها به أكسالات كالسيوم وبلورات فانيلين والنسيج اللحمى (تحت البشرة) يتكون من نسيج غروى cholenchymatous ومحتويات لونها غامق بينما sacro carp يتكون من لحمة parenchyma متموجة مفككة الترتيب كبيرة وعميقة وتصير صغيرة فى الجانب الداخلى. ومعظم الخلايا تحتوى محتويات بنية وحبيبات زيتية وبعضها به أكسالات كالسيوم حتى ٤٠٠ ميكرومتر فى الطول. وخلايا البشرة الداخلية للغلاف الداخلى مطولة إلى عدة أشعار عديدة رفيعة الجدر وتقريباً مستقيمة وتحتوى إفرازات صمغية راتنجية.

والثمار عطرية جداً وتجمع عندما يتحول اللون من أخضر إلى أصفر. واللون والرائحة ينتجان عن نشاط إنزيمى أثناء المعالجة. والمعالجة تشتمل على التجفيف البطىء فى الظل على درجات حرارة منظمة. وبعد ٣-٤ أيام من الحصاد فى الهند تغمس الفانيليا المنكمشة فى ماء ساخن (٦٠°م) لمدة دقيقة واحدة ثم تبسط على بطانيات صوفية للتجفيف الشمسى. وأثناء الليل تحفظ الثمار فى "صناديق عرق sweating boxes" مبطنة بالبطاطين. ويكرر التجفيف وعملية التعريق لمدة ٨ - ١٠ أيام تبعاً للجو فتكون قد فقدت رطوبة كافية

وكسبت لون غامق بنى شيكولاتى مع عبير الفانيليا.
والفانيليا يجب أن تحفظ فى مكان بارد جاف فى أوعية مضادة للهواء لتجنب القصافة.
ويستخدم اللجنين على هيئة لجنوسلفونات lignosulphonate فى إنتاج فانيلا وهو مصطلح للمستخلص الكحولى لفولة الفانيلا vanilla bean.
وهناك نوع آخر من الفانيلا - الفانيلا التاهيتى *Vanilla tahitensis* (Tahitian Vanilla) وهى تزرع فى الجزر الفرنسية فى الباسيفيكى وهى أقصر وأثخن وأقل بذوراً وتصدر إلى فرنسا. وكرم الفانيلا ينمو مابين ٢٥° شمالاً وجنوب خط الإستواء فهو يحتاج إلى جو إستوائى خَضِل به ٥٠/٥٠ مخلوط من الشمس والظل من مستوى البحر إلى إرتفاع ٢٠٠٠ قدم مع كثير من المطر مع فترات جفاف غير ممتدة ولا رياح عالية.
وهى لها أوراق خضراء ولامعة غضة وجذور هوائية تعتمد على أشجار عادة. ولكنها تقلم وتوجه إلى أسفل لكى تكون الأزهار والفولات beans فى متناول العمال للتلقيح والحصاد. وهى تتكاثر بالعقل.
والكرم ينتج ١٠٠٠ زهرة لونها أصفر ولها ملمس السافان وفقط ٥-٣٠٪ يتم تلقيحها باليد وهى تزهر صباحاً وتموت المغرب إن لم يتم تلقيحها. والقرون تنتج فى سبعة إلى تسعة أشهر والقرون خضراء طويلة ناعمة رفيعة وتصل فى ستة أشهر إلى ١٢ بوصة ثم تتحول إلى الصفرة فى الشهر التاسع ولكن يتم حصدها عندما يكون طرفها هو الأصفر الفاتح فقط وتكون حوالى ٥ - ١٠ بوصة فى الطول ومحيطها ١ بوصة.

ومن أهم تغيرات النضج تَكوُن سلف الفانيلين جلوكوفانيلين والأهم إنزيم الـ β-جلوكوسيداز لأنه أثناء عملية المعالجة يحول الجلوكوسيداز إلى جلوكوز والألدهيد فانيلين وهذا هو أهم عامل أو حد فى نكهة مستخلص الفانيلا.

المعالجة curing

زهرة الفانيلا vanilla orchid وفولة الفانيلا vanilla bean ليس لها أى عبير والمعالجة هى التى تظهر النكهة المميزة للفانيلا وهناك عدد من طرق المعالجة ولكنها يجب أن تشتمل على أربع خطوات:

١- إذبال welting أو قتل الفولات killing beans مما يوقف الأيض التنفسى الطبيعى والحياة الخضرية للقرن. وبعد الإذبال تتحول الفولات إلى لون الشكولاتة البنى.

٢- التعريق sweating يحدث حتى تصبح الفولات الذابلة مرنة ويمكن لفها بسهولة حول الأصبع حيث يحدث جفاف سريع نوعاً وتخمر بطىء. وتحدث تفاعلات إنزيمية وغير إنزيمية فى هذا الطور مكونة سكريات وفينولات وكيتونات وصبغات وفانيلين ومركبات أروماتية أخرى وبعد التعريق يصبح لون الفولات شكولاتى بنى.

٣- تجفيف الفولات المعرقة على درجات حرارة منخفضة إلى ٢٠ - ٢٥٪ رطوبة.

٤- التهيئة للفولات المجففة فى صناديق مقفلة لبضعة أشهر حيث تنهى تطور أريجها fragrance المميز ويمكن حفظها إلى مالانهاية فى هذه الحالة مالم يكن الفطر قد نما عليها.

وعموماً فخمسة إلى سبعة أرطال من الفانيلا الخضراء تعطى رطلاً واحداً أو ١٢٠ رطل من كل فدان من كرم الفانيلا.

وعندما يتم معالجتها تشبه السيجار الرفيع جداً وطويل لين بنى غامق جداً وقوامه مثل الزبيب له لمعة زيتية وبها أقل من ٢٥ - ٣٠٪ رطوبة وإلا نما عليها فطر أبيض مخضر. وبعد المعالجة يمكن أن تقسم الفانيلا إلى أربع درجات تختلف فى الأسماء تبعاً للمصدر:

١- فولات beans كاملة من غير عيوب: لمعة زيتية وناعمة من الخارج، خَضِلَة، أروماتية، لونها بنى غامق جداً.

٢- فولات كاملة مع بعض العيوب: خشنة من الخارج، لون محمر نوعاً، مدققة، جافة.

٣- مشقوقات: فولات كاملة مشقوقة.

٤- مقطوعات cuts: حيث تقطع الفولات إلى ١-٢ بوصة فى الطول وقد يكون من بينها فولات كاملة صغيرة جداً.

وهى بعد فرزها تجمع تبعاً لدرجتها وتعبأ مفكوكة أو فى حزم فى صناديق ورق أو خشب أو صفيح ٥٠ - ١٠٠ بوصة وتقفل وتشحن.

الإستخلاص

من وجهة القواعد: فوحدة الفانيلا تعرف بأنها: "قرون ثمار *Vanilla plantifomia* Andews و *Vanilla tahitensis mooro* المعالجة صحيحاً والمجففة. والكمية معروف بأنها ١٣,٣٥ أوقية من فولات الفانيلا التى بها نسبة رطوبة ٢٥٪ أى ١٠ أوقية من وزن جوامد جافة. كما تنص اللوائح أن المستخلص النهائى يحتوى على الأقل ٣٥٪ كحول إيثيلى وبه على الأقل وحدة فولات فانيلا فى كل جالون.

الإنتاج manufacture: المرس maceration والوشل percolation يستخدمان على درجات حرارة من المحيطة إلى ٦٠°م والكحول بتركيز ٤٠ - ٦٠٪ (حجم/حجم) ومدة الإستخلاص يمكن أن تكون أيام أو أسابيع أو أشهر. والمرس (النقع) يشتمل على خلط الفولات المقطعة مع المذيب لمدة معينة ويعاد عدة مرات. ولكن حل محله الآن الوشل حيث يضخ المذيب خلال فولات الفانيلا لمدة ساعات إلى أيام. ويمكن أن تقسم عملية الإستخلاص إلى: ١- تحضير العينة. ٢- الإستخلاص. ٣- التعديل و/أو التركيز (حيث يراد). ٤- إستعادة المذيب.

وتحضير العينة يشتمل تقطيع فولات الفانيلا والإستخلاص يجرى كما هو موضح أعلاه والتركيز يشتمل على إزالة كل أو جزء من مذيب الإستخلاص وهذا يسمى الطى folding ويتم بتقطير المذيب تحت فراغ. ومستخلص ١ طية 1-fold يحتوى وحدة فولات فانيلا فى الجالون.

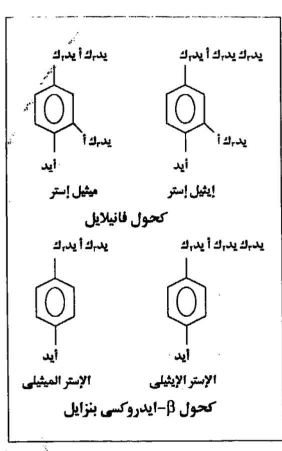
وقد إستخدم ثانى أكسيد الكربون فوق الحرج فى الإستخلاص والتركيز مع إستخدام التناضح العكسى للتركيز.

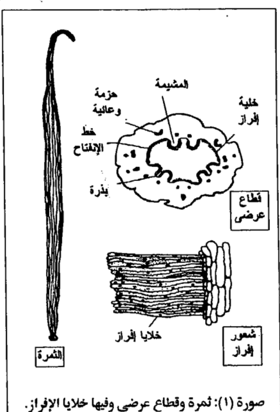
النكهة flavor

الكيمياء: فانيلين هو أكثر مكونات نكهة الفانيلا وجوداً. وفى الصناعة أوقية من الفانيلين المخلق

مكافىء لشدة النكهة وليس لشخصيتها إلى جالون من مستخلص الفانيلا. وجالون من المستخلص النقي يحتوى ٧جم من الفانيلين أو ٤/١ أوقية. وعلى ذلك فالمكونات غير المحددة تمثل ٧٥٪ من شدة النكهة وخاصيتها.

وعموماً فإن كثيراً من المحاولات أجريت ولكن ربما كان تحليل كروماتوجرافيا السائل عالية الأداء (ك.س.ع.أ HPLC) للفانيلين والـ p-أيدروكسى بنزالدهايد، حمض p-أيدروكسى بنزويك وحمض الفانيليك هى أحسنها.





صورة (١): ثمرة وقطاع عرضى وفيها خلايا الإفراز.

الحس: نكهة مستخلصات الفانيلا تختلف كثيراً تبعاً للمصدر والسنة وتقنيات المعالجة وظروف التخزين وطرق الإستخلاص وعمر مستخلص الفانيلا نفسه. ولكن معظم الخبراء يعتبرون أن نكهة فولة البوربن bourbon bean والتى بها فانيلين عالى (≥٠,٢٠٪) ورطوبة عالية (≥٢٠٪) تعطى أحسن جودة مستخلص.

وعموماً فإن نكهة مستخلصات الفانيلا تتحسن مع التعتيق على الأقل لمدة ٦٠ يوماً وتتحسن على عدة سنوات. (Hui)

وذلك بحلمأة قلوية أو الأكسدة (الإتاء منخفض >١٠٪). (Macrae)

والأسماء: بالفرنسية vanillo، وبالألمانية Vanille، وبالإيطالية vaniglio، وبالأسبانية vainillo. (Stobart)

المفتقة mefataka

المقادير

٢٠٠ جرام حبة البركة مطحونة، ١ ملعقة كبيرة مغات، ١٠٠ جرام كمون ، ١٠٠ جرام كزبرة، ١٠٠ جرام شمر، ١٠٠ جرام ينسون، سمسم حسب الرغبة، ١٠٠ جرام كراوية، ٢/١ ك زيت، ٢ ملعقة دقيق، ٢,٥ ك عسل أسود، عصير ليمونتين ،٢ ملعقة حمص مطحون، ٢/١ كوب ماء ، ٢/١ كوب زيت.

الطريقة

٤ مقادير حبة البركة، ١ مقدار من كل صنف ماعدا الحمص والدقيق تطحن جميع المقادير وتخلط ببعض الأشياء الجافة.

يقدح قليل من الزيت ثم يحمر السمسم ثم يضاف الدقيق ويقلب ثم المغات ثم نستمر فى التقليب حتى يصفر لونه فيضاف العسل ويترك حتى يغلى. بعد ذلك تضاف جميع المقادير المطحونة طحناً ناعماً وهى حبة البركة والينسون والشمر والحمص إلى خليط العسل حتى يغلى ثم يضاف عصير الليمون ثم يرفع على النار ويضاف لها المكسرات.

(كوثر وفاطمة السخاوى)

فجل radish

الإسم العلمى *Raphanus sativus* L.

الفصيلة/العائلة: الصليبية Cruciferae

ينضج بسرعة فى ٣-٦ أسابيع والجزء المأكلة من النبات هو الجذر الذى قد يكون مطاولاً أو كروياً ولايوجد أى لجننة كما توجد خلايا بارنشيمية رقيقة الجدر مما يجعله غضاً. وهذا الجذر قد يكون ذو أحجام وأشكال وألوان مختلفة فقد يكون كروياً أو فى شكل الزيتون أو إسطوانياً أحمر أو أبيض أو أحمر ذو طرف أبيض واللحم أبيض قَصِف. وهو ٢-٤ سم فى القطر وقد يصل إلى ٢٥-٤٠ سم فى الطول ويزن إلى ٢-٣ كجم وإذا لم يحصد بعد جو مثالى مع أيام الربيع الطويلة فقد يبتدئ دائرة الإزهار مما يستنفذ الكربوايدرات ويجعلها غير مناسبة للإستهلاك.

وفى أوروبا ينمى تحت زجاج أو عديد إيثيلين مخرم. ويمكن حصاده باليد أو بالمكن ويجمع كل ١٠ - ١٢ جذر سوياً ويحفظ خلال الشتاء.

ويؤكل فى السلطة أو تطبخ أوراقه وجذوره والنكهة الحاذقة ترجع إلى أيزوثيوسياناتات isothiocyanatates وهو مصدر جيد لحمض الأسكوربيك (٢٥ - ٤٠جم/١٠٠ جم) والكاتيكول يوجد فى الأصناف الحمراء كما أن الفلافينولات وجدت بكميات صغيرة (الجدول ١).

والأسماء: بالفرنسية radis، وبالألمانية Radischen، وبالإيطالية ranfano، وبالأسبانية rábano. (Stobart)

فجل الخيل/خردل الألمان horse radish

الإسم العلمى *Armoriaca rusticana*
Cochlearia armoracia

الفصيلة: الصليبية Crucifera

(Everett)

جـدول (١): القيمـة الغذائيـة والتكويـن الكيمـاوى للفجل الأحمر والأبيض (القيم لكل من ١٠٠ جم من لحم خام).

البيان		الفجل الأحمر	الفجل الأبيض
الجزء المأكلة		٠,٨١	٠,٨٧
الماء	(جم)	٩٥,٤٠	٩٣,٠٠
النتروجين الكلى	(جم)	٠,١١	٠,١٣
بروتين	(جم)	٠,٧٠	٠,٨٠
دهن	(جم)	٠,٢٠	٠,١٠
كربوايدرات	(جم)	١,٩٠	٢,٩٠
طاقة	(كيلوجول)	٤٩	٦٤
نشا	(جم)	آثار	آثار
سكريات كلية	(جم)	١,٩٠	٢,٩٠
ألياف غذائية	(جم)	٠,٩٠	-
صوديوم	(مجم)	١١,٠٠	٢٧,٠٠
بوتاسيوم	(مجم)	٢٤٠,٠٠	٢٢٠,٠٠
كالسيوم	(مجم)	١٩,٠٠	٣٠,٠٠
مغنيسيوم	(مجم)	٥,٠٠	١٥,٠٠
فوسفور	(مجم)	٢٠,٠٠	٢٥,٠٠
حديد	(مجم)	٠,٦٠	٠,٤٠
نحاس	(مجم)	٠,٠١	-
خارصين	(مجم)	٠,٢٠	٠,٣٠
كبريت	(مجم)	٣٨,٠٠	-
كلوريد	(مجم)	٣٧,٠٠	-
منجنيز	(مجم)	٠,١٠	آثار
سيلينيوم	(ميكروجرام)	٢,٠٠	-
يود	(ميكروجرام)	١,٠٠	-
كاروتين	(ميكروجرام)	آثار	صفر
فيتامين أ	(ميكروجرام)	صفر	صفر
فيتامين ئى	(مجم)	صفر	صفر
ثيامين	(مجم)	٠,٠٣	٠,٠٣
ريبوفلافين	(مجم)	آثار	٠,٠٢
نياسين	(مجم)	٠,٤٠	٠,٥٠
فيتامين ب٦	(مجم)	٠,٠٧	٠,٠٧
فيتامين ب١٢	(مجم)	صفر	صفر
فولات	(ميكروجرام)	٣٨,٠٠	٣٨,٠٠
بانتوثينات	(ميكروجرام)	٠,١٨	٠,١٨
بيوتين	(ميكروجرام)	-	-
فيتامين ج	(مجم)	١٧,٠٠	٢٤,٠٠

بعض أوصاف

يبلغ إرتفاعه نحو متر وأوراقه كبيرة جداً وساقها طويلة بيضاوية الشكل فى قسمها الأسفل ومجنحة فى قسمها الأوسط وضيقة فى قسمها الأعلى بحيث تنتهى برأس هرمى كالحربة. وأزهارها بيضاء صغيرة فى مجموعات كالسنابل. والجذر غليظ طويل أبيض اللون أو خفيف الصفرة. والأوراق لامعة خضراء مسننة والجذور كبيرة ولحمية بيضاء وإسطوانية وتكشط قبل الإستخدام وتجفف.

الإستخدام

له مذاق لاذع ورائحته تُسَيل الدموع.

ويستخدم الجذر طازجاً إما بالتقطيع أو البشر مع تنقيط خل على القطع لكى لاتفقد لونها الأبيض الزاهي ويمكن أيضاً إستخدام اللبن بدلاً من الخل وهذا يخفف من حدة المذاق. وهو لايطبخ ولكن يضاف للصلصات (الأسماك واللحوم) بعد إعدادها كما يستخدم مع المخللات وهو يقوى الشهية ويمكن حفظه لبضعة أيام باللف فى لدائن أو رقائق الألمنيوم.

ويمنع الأسقربوط لإحتوائه على فيتامين ج.

وطبياً يستخدم فى معالجة النمش وفى علاج آلام قَرْصِة النحل أو الدبور بوضع مهروس أوراقه على موضع الإصابة.

ومبشوره مع العسل أو سكر النبات يعالج الربو وسوء الهضم والنزلات الشعبية أو الرئوية وهو مدر للبول ويطرد الغازات. (الشهابى وأمين رويحة)

ونكهة فجل الخيل تتوقف على الزيوت الطيارة التى تختفى فى الطبخ والمبشور منها لايحتفظ بنكهته طويلاً ولكن المقطوع شرائح يمكن أن يجفف فى الفرن على أقل درجة حرارة والمجفف له نكهة أحسن من الصلصة المعلبة. (Stobart)

ويمكن حفظه فى حفر مبطنة بالقش أو الأوراق الجافة بحوالى ٦ بوصة منها، ثم سبع بوصات أخرى من التربة أو يخزن فى بدروم بارد ولكن أعلا من ٣٢°م. ويجب أن تتعرض الجذور للضوء وإلا أصبحت خضراء. (Everett)

والأسماء: بالفرنسية raifort، وبالألمانية Meerrettich، وبالإيطالية rafano، وبالأسبانية ràbanopicante. (Stobart)

فداه

الفداء/الفدية: مايقدم لله جزاء لتقصير فى عبادة، ككفارة الصوم والحلق ولبس المخيط فى الإحرام.

فرولة/شليك strawberry

الإسم العلمى *Fragaria* sp.

الفصيلة/العائلة: الورقية Rosaceae

الفرولة المزروعة هجين من *F. chiloensis* Duch.، Duch. *F. virginiana* وهى *Fragaria* x *ananassa* L. Duchesne وال *ananassa* ترجع إلى الشبه للأناناس فى النكهة والرائحة والشكل.

ونبات الفرولة متعود جداً على مدى متسع من ظروف الجو والتربة فهو يوجد من تحت القطب الشمالى إلى المناطق الإستوائية. ولكن معظمها فى نصف الكرة الشمالى. وهى قد تتعرض لدرجات حرارة –٥٠°م فى الشتاء وإلى ٤٠°م فى الصيف.

الأصناف

الفرولة التجارية متباينة اللاقحات heterozygous ثمانية الصبغيات octoploid مع مميزات من النوعين البريين الذين إستخدما معها. والأغراض العامة لتربية الفرولة هى: ١– زيادة الإتاء. ٢– تحسين جودة الثمار وهذا يشمل عوامل مثل النكهة والتماسك وقيمة الحفظ أو خواص أخرى. ٣– لإنتاج نباتات تصلح لبيئات معينة أو ظروف زراعة معينة. ٤– لإنتاج أصناف مقاومة للأمراض والحشرات. ٥– لإنتاج أصناف لأغراض معينة مثل الصلاحية للحصد الميكانيكى والمعاملة أو زيادة التماسك للشحن الطويل.

التشريح morphology

الفرولة ثمرة مساعدة مع تجمع من فُقَيْرَات achenes (الثمار الحقيقية التى تحتوى البذور) متصلة بطريقة منتظمة إلى بشرة epidermis

التخت receptacle (المحور الزهرى والذى تتصل به أجزاء الزهرة المختلفة). والتخت اللحمى الكبير ويتكون من نخاع pith وقشرة cortex وحزمة وعائية غضة وهو يكون الجزء المأكلة من الثمرة. وهو يمتد فى إستجابة لهرمونات تنتجها المبايض بعد التلقيح.

والثمرة لها لون خارجى أحمر والداخلى من أبيض إلى أحمر غامق وشكل الثمرة يتوقف على الصنف وظروف البيئة ومكان الزراعة. أما حجم الثمرة فيختلف تبعاً للصنف ويتوقف على الظروف البيئية وموقع الثمرة فى العنقود. "والعِنَّبية" الأولى أكبرها وبها معظم الفقيرات. والعنبيات الثانوية التالية تصبح تدريجياً أصغر وبها فقيرات أقل. والثمرة تتراوح مابين ٢-٥ سم فى الطول تبعاً للصنف وعوامل أخرى. وقد إستخدمت الأوصاف الآتية فى وصف شكل الفرولة: كروى وكروى مخروطى ومخروطى ومخروطى طويل ومفلطح وذو عنق وذو إسفين طويل وذو إسفين قصير.

التكوين الكيماوى والتغذوى

تحتوى الفرولة عدة فيتامينات ومعادن بتركيزات تعطى أقل من ٥٪ من الإحتياج اليومى ويوجد ١٨ حمض أمينى ولكن بتركيزات صغيرة جداً وهى تحتوى على الآتى فى ١٠٠ جم من الوزن الطازج: ٩١,٥٧ (جم) ماء، ١٢٧ كيلو جول طاقة، {(٦,٢٥ × ن) جم} ٠,٦١ بروتين، ٠,٣٧ (جم) دهن، ٧,٠٢ (جم) كربوايدرات، ٠,٥٣ (جم) ألياف، ١٤ (مجم) كالسيوم، ١٠ (مجم) مغنيسيوم، ١٩ (مجم) فوسفور، ١٦٦ (مجم) بوتاسيوم، ٥٦,٧ (مجم) حمض اسكوربيك. ١٧,٧ (مجم) حمض فوليك، ٢٧ (مكافىء الريتينول) فيتامين أ.

المناولة والتخزين

يجب حصد الفرولة بطريقة تمنع أو تحدث أقل مايمكن من الجروح وتمزق الجلد وإنزال العصير. فيقرص على العنبيات من أعلى الساق عند القلنسوة. وأن تحفظ بعيداً عن الشمس وأن تحمى من الريح الساخن والتراب ثم تزال إلى التخزين البارد خلال ١-٢ ساعة من الحصاد.

وإزالة حرارة الحقل ضرورية لمنع الفقد من العفن المتسبب عن فطر مثل *Botrytis cinerea* (العفن الرمادى grey mold)، *Phytophthora cactorum* (عفن الجلد leather rot) و *Rhizopus nigricans* (عفن السُّبلة السوداء black whisker rot). حيث يقف نموها تقريباً عند درجات حرارة صفر إلى ٢°م. كما أن التغيرات المتصلة بالخُلال senescence مثل إغمقاق الجلد وطراوة اللحم وفقد النكهة تحدث على درجات حرارة منخفضة. وأحسن طريقة لإزالة حرارة الحقل هى التبريد بالهواء المدفوع فتنزل درجة حرارة الفاكهة من ٢٥-٣٥°م إلى ٢-٤°م خلال ساعتين وتوضع الفواكه على صوانى وللمحافظة على أحسن جودة تحفظ الفواكه على صفر-٢°م و ٩٠ - ٩٥٪ رطوبة نسبية فيحتفظ بها لمدة ٥ - ٧ أيام ثم بعد ذلك أثناء التسويق لمدة ٣ - ٥ أيام.

وفى بعض الأماكن بعد تبريدها بالهواء المدفوع تغطى بأكياس لدائن مضادة للهواء ويضاف ك أ،

إلى مستوى ١٥٪ للمساعدة على حفظ الجودة أثناء الشحن. و ك أ, يساعد بعض الأصناف على أن تصبح أكثر تماسكاً بمقدار ٢٥–٤٠٪ عندما تكون نسبة ك أ, ١٠–٢٠٪ وفي أصناف أخرى يساعد على الإحتفاظ بالتماسك وهناك فقد أقل ومعدلات التنفس تقل.

والعنبيات المحصودة ميكانيكياً لاتصلح للسوق بسبب التجريح الكثير ولكنها تصلح للمعاملة فتجمع ولاتبرد قبل المعاملة. وإن كان التبريد أحسن للمنتج النهائي. كما أن الجودة لاتتدهور لمدة ٢–٣ أيام أو أكثر أذا بردت إلى صفر – ٢°م مباشرة بعد الحصاد وهي تشمل جزءاً من العنبيات الخضراء وهذا لايؤثر على جودة الناتج.

- الإستخدام الصناعي

تستخدم الفرولة في عمل الهريس والعصير والمركز ويحفظ الهريس والعصير بالتجميد أو بإضافة ثاني أكسيد الكبريت هذا للمحصود ميكانيكياً أما المحصود يدوياً فيجمد أيضاً فردياً بسرعة (ج.ف.س IQF) بإضافة سكر أو عدم إضافته ويغمر في محلول ثاني أكسيد كبريت أو يعامل بالحرارة في علب معاملة باللك. وكثيراً ماتضاف أملاح الكالسيوم حتى تقل تغيرات التركيب.

والثمار المعاملة بمحلول كب أ, يمكن أن تستخدم في المربيات ويمكن أن تحفظ في محلول ٢٠٠٠ جزء في المليون كب أ,. وهو يتطاير أثناء الطبخ. والتجميد السريع ضروري للإحتفاظ بالتماسك والجودة حيث تعرض الثمار لتيار من الهواء أو يستخدم النتروجين السائل. ويمكن أن تجمد في أوعية صغيرة في مجمدات وعندما يضاف السكر فإن نسبة السكر إلى الفاكهة تختلف من ١ : ٣ إلى ١ : ٢٧.

وتستخدم الفرولة بجانب عمل المربيات والجيلي في الجيلاتي والزبادي وكذلك في الباسطات spreads والمحفوظات وخليط العصير والنكتار والمشروبات ومختلف أنواع منتجات الخبيز مثل الفطائر والحلويات وغيرها. (Macrae)

والأسماء: بالفرنسية fraise، وبالألمانية Erdbeere، وبالإيطالية fragola، وبالأسبانية fresa fresôn. (Stobart)

فستق pistachio

الإسم العلمي *Pistacia vera* L.

الفصيلة/العائلة: بطمية Anacardiaceae

الجنس *Pistacia* له ١١ نوع ماكلة ولكن *P. vera* تعطي أكبر نقل له قشرة متفتحة.

بعض أوصاف

- شجرة الفستق صغيرة منفصلة الجنس ومتساقطة الأوراق وهي نادراً ماتزيد عن ٥ متر في الإرتفاع و ١٠ متر في القطر وهي تتحمل درجات الحرارة. والأوراق الجلدية ذات العروق المرتفعة تتكون من ١ أو ٣ أو ٥ وريقات. وقنوات الراتنج توجد في جميع الأنسجة حيث يفرز الراتنج من أي جزء متضرر.

وفي الربيع يتعطل النمو والبراعم المزهرة تبتدىء أولاً وهناك تعطل يبلغ حوالي ٧ أيام قبل أن

تبتدىء البراعم الخضرية. والإزهار يستمر إلى قرب نهاية الربيع وتنتقل حبوب اللقاح بالريح ويحتاج إلى شجرة ذكر لكل ١٠ شجرات أنثى والأزهار تنتج في كتل من عدة عقد تحت أطراف النبتات الجديدة مباشرة. ثم تتقدم بسرعة بعد التلقيح وتبلغ القشرة الخارجية كامل حجمها في بضعة أسابيع ولكن الحبة تأخذ ٣ - ٤ أشهر في النمو. وهي تنضج عندما يتحول الجلد الخارجي للقشرة من شفاف إلى معتم والقشرة husk تكون في هذا الطور منفصلة عن القشرة shell. والقشرة shell في النقل/الفستق الجيد ينشق ليعرض الحبة المأكلة. وهذه لونها أخضر أو أصفر مع قصرة testa خضراء أو محمرة. والنضج للأصناف المختلفة يتم في أوقات مختلفة وقد يكون الوقت متفرقاً حتى ٥ أسابيع. وكل يجب أن يحصد في النضج المثالي. والتبقع غير جيد وينقص من مظهر وجودة النقل وهو مشكلة في الجو الرطب أو المطير كما أنه يشجع إنتاج الأفلاتوكسين. وتختلف الأصناف في وقت الإزهار والنضج والإتاء والحجم والشكل ونسبة المشقوق من الناتج والفارغ والمبقع ونسبة القشرة للحبة.

وهو يحتاج إلى صيف حار طويل وجاف وخريف حوالي ٣٠°م لمدة ٣ أشهر وتحتاج إلى مدة خالية من الصقيع تبلغ ٢٠٠ يوماً وتحتاج إلى أن يبرد الجو في الشتاء و ١٠٠٠ ساعة في السنة تحت ٧,٥°م مطلوب.

وتبتدىء أشجار الفستق في الحمل بعد ٥ - ٦ سنوات وتزيد من ١ - ٢ كجم إلى حوالي ٥٠ كجم بعد ١٥ - ٢٠ سنة وهو يحمص ويملح.

التكوين

الفستق له قيمة طاقة مماثلة لكثير من النقل ولكن أقل من الماكاديميا وهو يحتوى على ١٦٪ سكروز والأحماض الدهنية أحادية عدم التشبع ولكن به أحماض دهنية عديدة عدم التشبع. وهو عالٍ في المعادن خاصة البوتاسيوم و ١٠٠ جم من حبوب الفستق تعطي ٩٢٪ من الثيامين المحتاج يومياً. وهو يتكون من (لكل ١٠٠ جم مجفف ومملح): ماء (٪) ٤، طاقة (كيلو جول) ٢٤٦٥، بروتين (جم) ٢١,٤، دهن (جم) ٥٠، أحماض دهنية (جم) مشبع ٦,١ وأحادي عدم التشبع ٣٣,٢ وعديد عدم التشبع ٧,٥، وكوليسترول (مجم) صفر، كربوايدرات (جم) ٢٥، كالسيوم (مجم) ١٣٥,٧، فوسفور (مجم) ٥١٠,٧، حديد (مجم) ٦,٨، بوتاسيوم (مجم) ١١٠٧,١، صوديوم (مجم) للحبة غير المملحة الطازجة ٧,١، فيتامين أ (وحدة دولية) ٢٥٠، ثيامين (مجم) ٠,٨٢، ريبوفلافين (مجم) ٠,١٨، حمض نيكوتينيك ١,٠٧، وحمض أسكوربيك (مجم) آثار.

الحصاد والمناولة والتخزين

النُقل الناضج يبقى جيداً على الشجر ويمكن أن يترك حتى يصبح كله ناضجاً. وإذا تأخر الحصاد فإن القشرة تجف في النقل ويتبقع وتنخفض الجودة ويمكن جمعه بالهز الخفيف ويمكن الحصاد باليد أو المكن. ويجب إزالة القشرة husk والتجفيف بأسرع مايمكن للمحافظة على الجودة والحصول على مظهر غير معاب ولتجنب الفساد. وقد يجفف في الشمس ولكن التجفيف الصناعي مفضل على

٦٥ – ٧٢°م والنُقْل المحصود حديثاً يحتوى ٤٥٪ رطوبة وتقل إلى ٥٪ فى مدة عشر ساعات. وبعض الأصناف قد يعطى ٢٥٪ قشور فارغة حيث لم تتطور الحبة وهذه يجب إزالتها قبل التجفيف ويفرد النقل المجفف ويدرج للحجم ويحمص ويملح ويعبأ. (Macrae)

والأسماء: بالفرنسية pistache، وبالألمانية Pistazie، وبالإيطالية pistachia، وبالأسبانية alfoncigo/pistacho. (Stobart)

فسد .

فساد الأغذية food spoilage

لأى غذاء فإن حياة التخزين المحددة يحددها عدد من التفاعلات الكيماوية و/أو الفيزيقية والتى تساهم فى تغيرات فى قيمة الأكل بما فيها تدهور اللون والمظهر والقوام والجمع والنكهة والتغذية والأمان.

التفاعلات والكيماوية التى تساهم فى الفساد chemical reactions that contribute to spoilage

التفاعلات الكيماوية التى تساهم فى فساد الأغذية تشمل تفاعلات تحفزها الإنزيمات أو تفاعلات غير إنزيمية وقد يعملان سوياً ومسببة فقد الجودة. فمثلاً تغير لون سطح اللحوم الحمراء يتسبب من تفاعل غير إنزيمى فيتأكسد الميوجلوبين (ح$^{2+}$) إلى ميتميوجلوبين (ح$^{3+}$) ومع ذلك فإن التفاعلات الإنزيمية المتصلة بالتنفس عند سطح السيج يمكنها أن تخفض من تركيز الأكسجين وبطريقة غير مباشرة تشجع الأكسدة غير الإنزيمية للميوجلوبين. كما أن بعض العضلات تحتوى إنزيم ردكتاز الميتميوجلوبين وبالمثل فإن تدهور القوام والذى يحدث خلال التخزين التجميدى لبعض أنواع السمك يحدث أساساً بمسخ غير إنزيمى وتجمع الميوسين ومع ذلك فمسخ البروتين والتشابك cross-linking قد يُسَرَعْ بواسطة عمل ديميثيلاز أكسيد ثالث ميثيل أمين trimethylamine oxide والذى يكون فورمالدهايد أو بواسطة الفوسفوليباز والذى يكون أحماضاً دهنية حرة.

العمليات الفسيولوجية physiological processes

بعض تفاعلات الفساد أصلها بيولوجى أى أنها من أو تنتمى إلى الكائنات الحية. فمثلاً عدد من التفاعلات البيولوجية تأتى تحت عنوان فسيولوجيا مابعد الحصاد للفواكه والخضر والتى تساهم فى عمليات تدهور مثل الخُلال ومايتنج عن الجروح وضرر التبريد وغير ذلك من إستجابات الضغط. والعمليات الفسيولوجية فى الفواكه والخضر تؤدى إلى تغيرات مرغوبة مثل نضج الفاكهة وإلتئام الجروح بعد الحصاد وخفض السكريات المختزلة أثناء تهيئة درنات البطاطس. كما تساعد فى تحول العضل إلى لحم ولكن بعض تفاعلات مابعد الموت قد تساهم فى جودة فقيرة للحم مثل "التونا المحروقة burnt tuna" و "لحم الخنزير الفاتح الطرى المفرز لإفرازات" أو اللحم الأحمر الذى

يَتشجَّب عندما يعرض قبل التيبس الرمى إلى درجات حرارة منخفضة غير مُجَّمِدة.

وتفاعلات الفساد فى حالة أنسجة النبات المحصودة والمخزونة معظمها يحفزها إنزيمات. ولو أن هناك تشابه كبير فى الأيض الأساسى للخلايا البيولوجية فإن كميات وأنواع الإنزيمات الخاصة الموجودة فى خلية معينة قد تكون مميزة بسبب خواص موروثة أو عوامل داخلية مثل عمر الكائن وعوامل خارجية مثل ضغط ماقبل الحصاد وظروف النمو والغذاء. وكثير من عمليات الهدم تتسبب عن عائلات من إنزيمات تعمل بالتتابع وتحفز تغيراً فى الأنسجة مثل تخليق اللجنين فى الهليون. ويبين الجدول (١) بعض التفاعلات عديدة الخطوات التى تؤدى إلى فقد الجودة فى الأغذية. والآلية المفضلة لكثير من هذه التفاعلات غير معروفة فمثلاً حتى حديثاً كان يعتقد أن زيادة ذوبان البكتين وطراوة قوام الفاكهة المرتبط به يتسبب عن حلمأة لرابطة α-١،٤-جالاكتيورينات α-1,4-galacturonate والذى يحفزه إنزيم عديد الجالاكتورينار (ع.ج PG polygalacturinase ولكن يوقف تخليق ع.ج PG والذى يحدث عادة أثناء نضج الطماطم بواسطة تقنية ضد حس د.ا.ر.ن antisenseDNA غير مؤثر تماماً فى منع التغيرات فى الطماطم المُحَوَّرَة. ولما كانت بوليمرات البكتين تحتوى كميات صغيرة من روابط سكر بجانب α-١،٤-جالاكتيورينات يظهر أن آلية أخرى تلعب دوراً مفتاحاً فى تطرية ثمار الطماطم وإن كانت هذه الآلية لم تعرف بعد.

الإنزيمات الداخلية الأخرى
other endogenous enzymes

كذلك فإن عمليات إنزيمية ذات خطوة واحدة قد تساهم فى هدم الجودة خاصة فى الأغذية المعاملة. فمثلاً عصير البرتقال والذى يرغب منه فى الحصول على معلق غروى ثابت فإن فعل الإنزيم الداخلى إستراز ميثيل البكتين (أ.م.ب PME) pectin methylesterase غير مرغوب حيث إزالة مجاميع الميثيل والتى يحفزها هذا الإنزيم تؤدى إلى فصل السيرم عن الجسيمات فى العصير. كما أن المعاملة الحرارية لعصير البرتقال لتثبيط (أ.م.ب PME) غير مرغوب فيها حيث تؤثر عكسياً على النكهة الدقيقة للمنتج. فالأيدرولازات hydrolases مثل أ.م.ب PME وكذلك الأكسيدوردكتازات oxidoreductases قد تمت دراستها بالنسبة لفساد الأغذية. والجدول (٢) يعطى أمثلة على فقد الجودة.

تفاعلات غير إنزيمية
nonenzymatic reactions

فى حالة الأغذية المعاملة بالحرارة أو بطرق أخرى حيث تكون الإنزيمات قد قتلت أو فقدت نشاطها فإن التفاعلات غير الإنزيمية الكيماوية تلعب دوراً أهم فى فساد الغذاء عن التفاعلات المحفزة بالإنزيمات (الجدول ٣). والتفاعلات غير الإنزيمية فى الأغذية والتى لها أهمية هى التلون البنى بمايارد Maillard وأكسدة الدهون.

جدول (١): بعض تفاعلات إنزيمية متعددة الخطوات تساهم فى فقد جودة الأغذية.

التفاعل الصافي	المساهمة في فساد الغذاء
جلوكوز ← ← نشا	فقد في الطعم الحلو لبعض الخضروات مثل الذرة الحلو.
بكتين غير ذائب ← ← بكتين ذائب	طراوة القوام وزيادة التعرض للكائنات الدقيقة الرُمِّية وتلف فيزيقي لبعض الفواكه والخضر مثل الطماطم الناضجة.
جلوكوز ← ← ك أ٢ + يد٢أ	معدل التنفس عادة يتناسب عكسياً مع حياة الفواكه التخزينية وكذلك فى الخضر والبذور. مثلاً معدل التنفس في توت العليق قصير الحياة وعادة عال بينما القمح طويل الحياه وله معدل تنفس منخفض نسبياً.
ميثيونين ← ← ايثيلين	يُخلَّق الهرمون النباتى إيثيلين عن طريق حلقة الميثيونين أثناء تغير تطور خاص أو كنتيجة لجرح. وبالتالى فإن زيادة الإيثيلين يمكن أن يبتدىء تخليق حيوى لتتابعات إنزيمية مثلما ينتج عن هدم الكلوروفيل وفقد الجودة في البروكولي.
جليكوجين ← ← حمضُ لاكتيك + يد٢أ	هدم الجليكوجين والجلوكوز مهم فى نسيج العضل بعد الموت ومعدل ومدى نقص جـيد المرتبط مباشرة (مثل مقدرة الإحتفاظ بالماء ومسخ البروتين) وغير مباشر (مثل معدل تفاعلات إنزيمية وغير إنزيمية) يؤثر على الجودة.
أ.ثلا.ف ← ← هيبوزانثين	معدل ومدى الأيض الهدمى لـ أ.ثلا.ف فى العضل يؤثر على جودة اللحم ببضعة طرق مثل تقبل السمك يتصل مباشرة بتجمع الهيبوزانثين.
كولاجين ← ← ببتيداز، أحماض أمينية	هدم الكولاجين بعد الموت يحفزه عائلة من الإنزيمات ويمكن أن يؤثر على السلامة الفيزيقية والمظهر والإثارة في حَزّة السمك.

جدول (٢): بعض التفاعلات التى يحفزها إنزيمات داخلية وتساهم فى فساد الأغذية.

الإنزيم	الغذاء[أ]	الأهمية[ب]
ليباز ليبوبروتين	اللبن	يطلق أحماضاً دهنية قصيرة من دهن اللبن مما يؤدى إلى التزنخ الحلمأى.
فوسفوليباز	السمك	يطلق أحماضاً دهنية فى المنتج المجمد مسبباً مسخ البروتينات وتدهور القوام.
فينولاز	الفاكهة	يسبب التلون الإسمرار/البنى الإنزيمي في السطح المعرض للأكسجين.
ليبوكسيجيناز	البقول	تكون أيدروبيروكسيدازات يمكن أن يؤدى إلى تبييض وتكون نكهة غير مرغوبة وكذلك تغيرات قوام وفقد في المغذيات مثل مولد فيتامين أ.
بيروكسيداز	الخضر	هدم الأيدروبيروكسيدات مع توليد شقوق حرة تسبب تبييض الصبغات ونكهة غير مرغوبة ... ألخ.
أكسيداز حمض الاسكوربيك	الموالح	يسبب فقد نشاط فيتامين ج في عصير البرتقال.
ثياميناز	الأسماك الصدفية	فقد الثيامين في المنتجات المتخمرة.
بروتيناز قلوى	اللبن	لما كان هذا الإنزيم ثابتاً ضد الحرارة فقد يساهم فى تكون جل فى المنتجات المعاملة بدرجات الحرارة فائقة العلو.
كلوروفيلاز	الخضر	إزالة مجموعة الفيتو فى السلسلة الجانبية للكلوروفيل يظهر أنه جزء من عملية إزالة اللون الأخضر الطبيعية.

أ: السلعة المذكورة مثال واحد وهناك إنزيمات مماثلة فى المواد الغذائية الأخرى.

ب: الإنزيم قد يكون متصلاً بعمليات تفاعلات فساد تبعاً لظروف السلعة والمعاملة والتخزين.

جدول (٣): بعض التفاعلات غير الإنزيمية التى قد تؤدى إلى فقد جودة الأغذية.

التفاعل	المنتج أو النتيجة	الأهمية
كلوروفيل ، يد$^+$	فيوفيتين ، مغ$^{+2}$	فقد المغنيسيوم من الكلوروفيل ينتج عن تلون بنى-زيتونى للخضر الخضراء. والتفاعل يحدث بسرعة على جـ يد منخفض ودرجة حرارة عالية.
كل ترانس β-كاروتين	إعادة ترتيب ترانس-سيس	تشابه الكاروتينويدات يشجعه الضوء أو الحرارة وينتج عنه مشابهات تمتص الضوء على موجات قصيرة وبمعامل إنقاص/خفض أقل وفقد نشاط مولد فيتامين أ.
سستئين	يد$_2$ كب ، ن يد$_3$، أسيتالدهايد	الهدم الحرارى للأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت يؤدى مباشرة لعبير وينتج عنه تفاعلات أخرى تشمل المنتجات.
ر ك يد ، ر ن يد$_2$	تفاعل مايارد البنى	تفاعل مايارد يؤثر على اللون والنكهة والتغذية وربما الأمان.
أميلوز	تبلر	إصطفاف سلاسل النشا المستقيمة بواسطة الربط الأيدروجينى لتكوين مترسبات وهذا يسمى إنتكاس وينتج عنه نشا مجلتن ومهم فى بيات الخبز.
أنثوسيانين، كب أ$_2$	تغير اللون	إضافة كب أ$_2$ إلى الموقع ٤ من الأنثوسيانينات لتكوين منتج بيكبريتيت مضاف ينتج عنه فقد اللون.
حمض عضوى، كا$^{+2}$	خالب-كا	الأحماض العضوية مثل حمض الفيتيك أو السيتريك يمكنها إقلاق (عدم تثبيت) عديد الجالاكتيورينات فى الصفيحة الوسطى بتنحية كا$^{+2}$ وبذا يؤثر على القوام.
حمض الاسكوربيك	٢ فيورالدهايد، ك أ$_2$	إن هدم فيتامين ج غير التأكسدى يحفزه الحمض والهدم غير الإنزيمى بواسطة آلية تأكسدية مهم أيضاً فى الغذاء. فبجانب فقد القيمة الغذائية فإن منتجات الهدم الكربونية مثل حمض ثانى كيتو الجلوكونيك يمكن أن تساهم فى التلون البنى لمايارد Maillard.
أحماض دهنية، أ$_2$	التأكسد الذاتى	التأكسد الذاتى تفاعل شق حر يمكن أن يُحْفَزْ بأيونات المعادن ويزيد معدل التفاعل بدرجة عدم التشبع وأول تأثير على الجودة هو تكون نكهات غير مرغوبة ولكن كل دلائل الجودة بما فيها التغذية واللون والقوام والأمان قد تتأثر تحت الظروف المناسبة.
بروتين	مسخ	فقد تركيب البروتين الطبيعى يمكن أن يؤدى إلى تجمع البروتين وفقد الخواص الوظيفية مع إحتمال التأثير على دلائل الجودة تحت ظروف التفاعل المناسبة.
ميوجلوبين. ر كب يد، أ.ث.م.أ	التونا الخضراء	الطبخ المبدئى للتونا المحتوية على (أ.ث.م.أ TMAO) أكسيد ثلاثى ميثيل أمين يمكن أن يؤدى إلى إخضرار التونا بواسطة تفاعل أكسدة- إختزال.

العوامل التى تؤثر على التفاعلات الكيماوية فى الغذاء factors influencing chemical reactions in food

معدل التفاعلات الكيماوية فى الأغذية قد يكون دالة لواحد أو أكثر من المتغيرات بما فيها درجة الحرارة و جيد والقوة الأيونية وتركيز التفاعلات ووجود الحوافز وحركة المتفاعلات وجهد الأكسدة والإختزال والتفاعلات المنافسة والحالة الفيزيقية للوسط.

ومن أهم المتغيرات التى تؤثر على معدل التفاعل درجة الحرارة ويعبر عنها بعلاقة أرهينيس :Arhenius

$K = K_0 (-E_a/RT)$ ث = ثصفر × (-طن ÷ ر ت)

حيث:

K = reaction constant ث = ثابت التفاعل

ثصفر = ثابت ماقبل الأسية

K_0 = pre-exponential constant

طن = طاقة التنشيط (كيلوجول/جزىء)

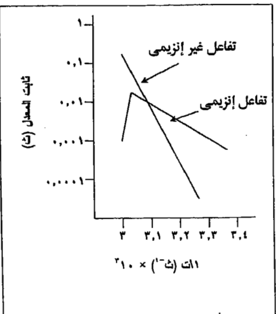
E_a = activation energy (kilojoule/mole)

R = gas constant ر = ثابت الغازات

ت = درجة الحرارة المطلقة (كلفين)

T = absolute temperature in Kelvin

و طن عادة أقل كثيراً للتفاعلات الإنزيمية عنها فى التفاعلات غير الإنزيمية وبذا فإنه فى العادة معدل التفاعلات غير الإنزيمية أكثر حساسية لتغيرات درجة الحرارة عن التفاعلات الإنزيمية ومدى درجة الحرارة التى يزيد فيها معدل التفاعل مع إرتفاع درجة الحرارة محدد بدرجة حرارة تثبيط الإنزيم حرارياً. ولذا فإن حياة التخزين لمنتج معين تختلف عادة مع درجة الحرارة التى يخزن عليها. وكذلك فإن طن E_a لأى تفاعل فى مدى درجات حرارة معينة هو دالة لمعالم أخرى مثل جيد. ومدى تأثير هذه المعالم الأخرى على درجة الحرارة يتوقف على ظروف التفاعل (صورة ١).



الصورة (١): توقف التفاعلات الإنزيمية وغير الإنزيمية على درجة الحرارة.

ومدى وإتجاه التحولات الكيماوية التى تتأثر بمعالم غير درجة الحرارة تتوقف على التفاعل، فمثلاً إزالة الأكسجين من أنسجة السمك يقلل من معدل أكسدة الدهون الإنزيمية أو غير الإنزيمية وتكوُن النكهات غير المرغوبة ولكنها فى نفس الوقت تزيد من معدل إزالة الميثيل demethylation الإنزيمى من أ.ث.م.أ TMAO وتجمع البروتين المرتبط. وبالمثل فإن إنقاص تركيز الماء فى الغذاء بالتجفيف قد يقلل من حركة المتفاعلات القابلة للذوبان فى الماء ولكنها لاتخدم نفس الوظيفة

بالنسبة للتفاعلات القابلة للذوبان فى الدهن وحتى قد تشجع أكسدة الدهون بتعريض الدهون أكثر للأكسجين وزيادة إتاحة الحفاز المعدني.

وتجميد الغذاء يُخَفِض درجة الحرارة ونشاط الماء وبذا فيتوقع أن يبطىء من معدل التفاعل ولكنه قد يخدم فى رفع المعدل بتغيرات غير متوقعة فى جيد والقوة الأيونية وإتاحة التفاعل. وكذلك بسترة عصير فاكهة الكيوى kiwi (جيد ٣,٥) يثبط الإنزيمات والكائنات الدقيقة التى تساهم فى الفساد ولكن فى نفس الوقت فإن المعاملة الحرارية تسبب تكون الفيوفيتين بسرعة من الكلوروفيل مع فقد اللون الأخضر المميز للمنتج. وبسبب تعقد الأنظمة الغذائية فمن الصعب التنبؤ بما يحدث نتيجة المعاملة والتخزين بالنسبة للجودة وعلى ذلك فإن محاولات تقليل تأثير التفاعلات الكيماوية إلى أقل حد على فساد الأغذية تحتاج إلى إجراء تجريبى على الأقل جزئياً.

(Macrae)

الفساد البكتريولوجي
bacterial spoilage

نمو البكتيريا فى الغذاء يتأثر بعدة عوامل من الغذاء نفسه أو ظروف خارجة عن الغذاء وهذه تشمل : حموضة أو جيد الغذاء وإتاحة الماء ونشاط الماء (نم a_w) وجهد الأكسدة والإختزال (الأخسدة) جخ E_h للغذاء والبيئة وإتاحة المغذيات فى الغذاء ودرجة حرارة الغذاء والبيئة والوقت الذى يسمح به للبكتيريا أن تنمو.

معاملة الغذاء والفساد البكتيرى
processing of food & bacterial spoilage

من الممكن أن يعين للغذاء إحدى فئات الفساد المحتمل على أساس نوع عمليات الحفظ المستخدمة معه: ١) قابل للفساد جداً highly perishable فليس هناك أى عملية حفظ (مثل الدواجن الطازجة) وعمر الرف لهذه الأغذية ٣-٥ أيام. ٢) شبه قابل للفساد semi-perishable وهذه تعامل معامل خفيفة (مثل اللبن المبستر) مع عمر رف ١-٣ أسابيع . ٣) نصف ثابت على الرف semi-shelf stable وهذه معاملة بعمليتى حفظ أو أكثر (مثل التعبئة تحت فراغ ومنتجات لحوم مطبوخة) مع عمر رف ١-٣ شهور. ٤) ثابتة على الرف shelf-stable وهذه معاملة بمعاملة عالية (مثل الخضروات المعلبة أو اللبن الجاف) وهذه لها عمر رف يزيد على سنة. وتنوع الفساد البكتريولوجى الذى يحدث للغذاء يتأثر جوهرياً بالمعاملة أو عدمها التى تجرى على الغذاء. وعلى ذلك فتهم العوامل التى تؤثر على نمو البكتيريا وخواص الغذاء الكيماوية والفيزيقية والتكوينية والمعاملة المستخدمة مع الغذاء فمن الممكن التنبؤ مع بعض الثقة بنوع الفساد البكتريولوجى الذى قد يحدث للغذاء.

فساد الأغذية بالبكتيريا

يحدث الفساد البكتريولوجى للغذاء عندما يوجد عدد من العوامل: ١- الغذاء يجب أن يكون ملوثاً ببكتيريا الفساد. ٢- الغذاء مناسب لنمو البكتيريا الملوثة. ٣- البيئة المرتبطة بالغذاء يجب أن تدعم

نمو الكائنات الدقيقة. ٤- البكتريا يجب أن تنمو وتنتج أيضات "تفسد" الغذاء. ٥- يجب أن يكون هناك وقتاً كافياً للبكتيريا للنمو. وضبط هذه العوامل يؤثر كثيراً على نمو البكتيريا فى الغذاء والفساد الناتج.

مصدر البكتيريا فى الغذاء

فى الأغذية النباتية التربة مصدر تلوث فهى تحتوى ملايين البكتريا فى كل جرام فالأغذية التى تنمو فى التربة أو عليها تكون ملوثة بالبكتيريا بأعداد كبيرة. أما الحيوانات فهى ملوثة من الخارج ببكتيريا التربة. وداخلياً البكتيريا متصلة بالجهاز الهضمى للحيوان وعند الذبح فإن اللحم يصبح ملوثاً بهذه الكائنات الدقيقة. أما الأغذية البحرية فهى ملوثة من الماء الذى تعيش فيه وبالبكتيريا الموجودة فى نظامها الهضمى. والأغذية الحيوانية والنباتية والبحرية بها فلورا دقيقة داخلية مرتبطة بها. وعموماً فالبكتيريا على خارج الأغذية هى كائنات من التربة أو الماء وهى عادة هوائية وكثيراً محبة للبرودة بينما البكتيريا فى داخل الحيوان أو النبات أو الغذاء البحرى تكون غير هوائية إختيارياً أو إجبارياً obligate. وداخل هذه المصادر الغذائية يكون لها جهد أكسدة وإختزال جخ Eh منخفض أو سالب مما يخلق ظروفاً غير هوائية ومما يشجع نمو هذه الكائنات.

وبغض النظر عن مصدر الطاقة فإنها جميعاً تحت الظروف المناسبة تستطيع أن تسبب فساد الأغذية. وكذلك يمكن أن يتلوث الغذاء من الأشخاص الذين يتناولونه وهذه البكتيريا عادة محبة لدرجات الحرارة المتوسطة وأحياناً تكون ممرضة. ومن أهم مصادر التلوث للغذاء بالبكتيريا المفسدة هو الأجهزة المستخدمة فى مناولة أو معاملة الأغذية. فالأجهزة غير النظيفة أو غير الصحية تحتوى على ملايين من البكتيريا على سطحها وهذه تنتقل للغذاء. وعلى ذلك فضبط الإتصال الإنسانى بالغذاء وتنظيف وتصحاح الأسطح التى يتصل بها الغذاء هو عامل حرج فى منع التلوث.

❖ فساد الغذاء البكتريولوجى مؤسساً على طرق الحفظ

bacterial food spoilage based on preservation processes

• الأغذية عالية القابلية للفساد

highly perishable foods

الأغذية عالية القابلية للفساد هى الأغذية التى حصدت أو ذبحت وتستخدم بدون معاملة أو بمعاملة بسيطة وهى تشمل – ولكن ليست قاصرة على – الأغذية الطازجة الآتية: الخضروات الخام والفواكه الخام والسمك والدواجن واللحوم الحمراء. ومن هذه المجموعات الفواكه الخام الطازجة هى الأقل تعرضاً للفساد البكتريولوجى حيث أن جهد لها يعطل نمو البكتيريا. والفساد البكتريولوجى لهذه الأغذية يتأثر بالبيئة التى يحفظ فيها الغذاء فتحت التبريد مابين صفر°م ، ٧°م فإن أهم فساد بكتريولوجى يتسبب من البكتريا المحبة لدرجة الحرارة المنخفضة فهذه الكائنات تستطيع النمو ببطء على درجة حرارة منخفضة كما أنها يمكنها أن تسبب الفساد على درجات حرارة أعلا. ومعظم هذه البكتيريا من عائلة

Pseudomonaceae وهـى مـن أجنـاس *Pseudomonas* و *Xanthomonas* و *Gluconobacteria* و *Achromobacter* و *Flavobacterium* و *Alcaligenes* . ونمـو هـذه البكتيريا فى الأغذية عالية القابليـة للفساد ينتج عنه عيـوب فـى النكهـة (روائـح غـير مرغوبـة - زنخـة ومرة...الخ وتكوين مرغ slime وتغيرات فى اللـون أو روائح قوية) ودرجة حرارة تخزين الأغذية الخام غير المعاملة يحـدد فى الأسـاس نـوع البكتريا التى تنمو وتُفْسِد الغـذاء. فلـو خزنـت هـذه الأغذيـة علـى درجـات الحـرارة المحيطـة مـن ١٨ - ٤٣°م فـإن البكتيريا المحبـة للحرارة المتوسـطة mesophilic تنمـو وتفسـد الغـذاء. وانـواع مـن أجنـاس *Clostridium* و *Bacillus* و *Erwinia* و *Streptococcus* و *Lactobacillus* و *Escherichia* و *Enterobacter* وغيرهـا كثـير تنمـو وتسـبب فسـاداً فـى الغـذاء. وحتـى التـبريد لايوقف فساد البكتيريا والتعرف على الجنس ونـوع البكتيريا ليس حرجاً وقد يكـون هاماً فـى تحديـد مصدر الكائن المفسد.

• الأغذية شبه القابلة للفساد أو المعاملة خفيفاً
semi-perishable or lightly processed foods

هـذه الأغذيـة معرضـة للفسـاد مثلـها مثـل الأغذيـة القابلـة للفساد أو غير المعاملـة التـى وُصِفَـت أعـلاه. وعمليات الحفظ المسـتخدمة مـع هـذه الأنـواع مـن الأغذية عادة معاملة حرارية خفيفة مـع تخزيـن مـبرد تحت ٧°م. ومنتجات الألبان المبسترة والمبردة هـى أمثلـة جيـدة للأغذيـة المعاملـة خفيفـاً فالمعاملـة الحراريـة المسـتخدمة مـع هـذه الأغذيـة تقتـل البكتيريـا المحبـة للـبرودة psychrotrophic وكذلك البكتيريا المحبـة للحـرارة المتوسـطة غـير المكونة للجراثيم ولكن مناولة الغذاء بعد المعاملة. الحرارية عادة ينتج عنها تلـوث المنتج ببكتيريا من نـوع مفسد. وأثنـاء التبريد بعـد ذلك فإن البكتيريـا المحبة للبرودة تنمو وإذا كان وقت التخزين طويلاً بدرجـة كافية ينتـج فساد. والأجناس التـى ذكـرت سابقاً يمكـن أن تعمـل علـى فسـاد الأغذيـة المعاملة خفيفاً.

• الأغذية شبه الثابتة على الرف
semi-shelf stable foods

الأغذيـة شبه الثابتة علـى الـرف تحفـظ بـأكثر مـن عملية وكـل عملية تؤثر علـى نـوع الفسـاد وهـى لها عمـر ١-٣ أشـهر. ففـى معاملـة منتجـات لحـم البقـر المطبوخ أولاً يحدث تشذيب وتشكيل لقطعة اللحم وهذا يزيل التلـوث السطحى ولكـن لايعمـل شيئاً لزيادة عمر رف المنتج. وفى الخطوة التاليـة يحـدث مساج للقطعة ويضاف أمـلاح ومنكهات وهـذه يكـون لها حد أدنى فى التأثير على إطالة عمر الرف. وإذا استخدم نتريت الصوديوم فى المنكهات فإن إنبـات الجراثيم يحدث له بعض التثبيط. وهـذه تكـون أول خطـوة فـى الحفظ واللحـم الـذى أجرى لـه مسـاج وأضيف إليه منكهات يوضع فـى أكيـاس طبـخ عديـد إيثيلين ويطبخ ببـطء فـى المـاء إلى درجـة الحـرارة الداخلية المرغوبة وتأخذ هذه العملية عـدة سـاعات وينتج عنها قتل البكتيريـا المحبـة للبرودة والبكتيريا المحبـة للحـرارة المتوسـطة المفسـدة. وهـذه أكـثر أنـواع البكتيريـا التـى قـد تسـبب فسـاد هـذا المنتـج

ويبرد اللحم المطبوخ إلى أقل من ٧°م ويزال كيس الطبخ وفى هذه النقطة من العملية يمكن حدوث إعادة تلوث بالبكتيريا المحبة للبرودة والبكتيريا المفسدة المحبة للحرارة المتوسطة. ويقطع اللحم إلى قطع مناسبة للتجزئة ثم يوضع فى أكياس من عديد إيثيلين مضاد للأكسجين ويحفظ تحت الفراغ. ويغير الحفظ تحت الفراغ الـ جـهـ E_h للنظام ويمنع نمو البكتيريا الهوائية المحبة للبرودة. والعبوة النهائية تحفظ على درجة حرارة أقل من ٢°م حتى الإستخدام. ومنتج لحم البقر المعامل كما ذكر يجب أن يكون له عمر رف ٦٠ يوماً على الأقل وهو ليس ثابت على الرف لأن الفساد يحدث له.

وخطوة الطبخ تقتل معظم بكتيريا الفساد المحبة للبرودة المحتمل وجودها ولكن غيرها مثل البكتيريا المحبة للحرارة thermoduric والبكتيريا المكونة للجراثيم تبقى بعد العملية الحرارية. وإضافة النتريت إلى المخلوط المعامل بالملح والمنكهات يمنع نمو البكتيريا المكونة للجراثيم ولكن يكون تأثيره بسيطاً على البكتيريا غير المكونة للجراثيم. والتعبئة تحت الفراغ تغير الـ جـهـ E_h من موجب إلى سالب وتبعاً لذلك تنمو البكتيريا غير الهوائية وغير الهوائية الإختيارية. والنتيجة النهائية لذلك هو أن اللحم المطبوخ يفسد فى النهاية أى يصبح جمالياً غير مقبول نتيجة النشاطات الأيضية للبكتيريا المحبة للحرارة therrmoduric والبكتيريا غير الهوائية الإختيارية والتى هى محبة للبرودة وتنمو ببطء على درجة حرارة التبريد. وكثير من أنواع الـ *Lactobacillus* من كل من متغاير التخمر heterofermentative ومتجانس التخمر homofermentative تنمو وتفسد منتجات لحم البقر المحفوظة كما ذكر أعلاه.

• الأغذية الثابتة على الرف
shelf-stable foods

الأغذية الثابتة على الرف تم معاملتها لإنتاج أغذية تعتبر "تجارياً معقمة commercially sterile" أى أنها لن تفسد أو تسبب مرضاً تحت الظروف العادية للمناولة والتوزيع. وهذه الأغذية ليست معقمة تماماً وهى معرضة لأنواع من الفساد البكتريولوجى فمثلاً الأغذية التى جعلت ثابتة على الرف بإنقاص رقم جـيد إلى أقل من ٤,٦ مع إستخدام البسترة كمعاملة حرارية قد تفسد بالبكتيريا المحبة للحمض aciduric والمحبة للحرارة thermoduric. وأجناس معينة من *Lactobacillus* والـ *Clostridium* والـ *Bacillus* يمكنها البقاء بعد البسترة وتحت الظروف المناسبة تنمو فى الأغذية عالية الحموضة. ومن المعترف به أن الأغذية عالية الحموضة عرضة أكثر للفساد بالخميرة والفطر ولكن كما تبين أعلاه فبعض البكتيريا تنمو ويترتب فساداً حتى فى الأغذية الحمضية المعاملة بالحرارة.

والأغذية المعلبة تعطى معاملة حرارية شديدة مبنية على قتل جراثيم *Clostridium botulinum* ولكن البكتيريا المكونة للجراثيم مثل ب.أ ٣٦٧٩ *C. sporegenes* PA 3679 و *Bacillus stearothermophilus* لاتهدم بهذه المعاملة الحرارية التى صممت لضبط *C. botulinum* وقد

تنمو تبعاً لذلك فى الأغذية المعلبة. وفساد العلب المعلبة المعروف بالفساد الحمضى المسطح flat sour يتسبب عن نمو *B. stearothermophilus* والتى تنتج حمضاً ولكن بدون غاز فى الأغذية المعلبة. وتبقى أنواع أخرى من *Bacillus* بعد معاملة حرارية إلى أقل حد وتسبب فساداً فتنمو ب أ ٣٦٧٩ *C. sporogenes* PA 3679 فى الأغذية المعلبة وتنتج كميات كبيرة من غازات مؤذية وقد تؤدى إلى تمزق الأوعية. وكذلك يحدث فساد العلب إذا عوملت الأغذية بمعاملة أقل من اللازم أى لم تُعطَ معاملة حرارية كافية لإنتاج منتج معقم تجارياً وفساد العلب فى هذه الحالة عادة يكون متسبباً عن بكتيريا مكونة لجراثيم بقت بعد المعاملة الحرارية. وهذا النوع من الفساد يظهر من الرائحة الحمضية أو الزنخة والمظهر الفقاعى frothy أو اللزج لعلب الأغذية المعلبة الفاسدة.

وفشل القفل المزدوج ينتج عنه الفساد التسريبى leakage spoilage والذى يميز بوجود عدة أنواع من البكتيريا. فهذه البكتيريا قد تخترق القفل المزدوج المعيب من ماء التبريد أو ناقلات قذرة أو أى مناولة للعلب. والأغذية المعاملة بالحرارة فى الأوعية الزجاج تفسد بنفس الطريقة إذا كانت طريقة القفل معيبة.

والأغذية المجففة تعتبر ثابتة على الرف والماء المتاح فيها أقل من ٠,٨ هى ليست معرضة للفساد بالبكتيريا طالما نم aw تبقى منخفضة. والخميرة والفطر تتحمل نم aw منخفض وقد تسبب فساد هذه الأغذية إذا كانت نم aw أعلا من ٠,٦ ولكن أقل من ٠,٨.

وفساد الأغذية بالبكتيريا يمكن منعه إذا عومل الغذاء وتم تناوله بطريقة مناسبة. وإحتمال الفساد يتأثر بطريقة الحفظ المستخدمة والتلوث ببكتيريا الفساد يمكن أن يحدث فى أى نقطة من مبدأ الإنتاج إلى الإستهلاك النهائى والإنتباه التام لمنع التلوث بالبكتيريا عند كل خطوة معاملة يؤكد الأمان المستمر وصحة الغذاء.

(Macrae)

أنظر: فطر

الفوسفور phosphorus

يحتاج النبات للفوسفور لنموه خاصة فى تكوين الجذور والأزهار والثمار والبذور ولو أن المتطلبات أقل من النتروجين والبوتاسيوم. وكل الأغذية تحتوى الفوسفور فى شكل فوسفات سالب فو أ٤^-٣ ويستهلك فى الكائنات الحية كذلك. وهو يلتقط من الأرض حيث يوجد كمركب عضوى وغير عضوى ذائب وغير ذائب فى البروتينات النووية والأحماض النووية والأحماض النووية وقرائن الإنزيمات نيكوتيناميد أدينين ثنائى النيوكليوتيد نك.أ.ثنا.نو NAD وفوسفات نيكوتيناميد أدينين ثنائى النيوكليوتيد ف.نك.أ.ثنا.نو NADP و (أ.ثلا.ف ATP) أدينوسين ثلاثى الفوسفات والفوسفات العضوية تشمل فوسفاتات السكريات مثل فوسفات ٦-جلوكوز (١) والفوسفوليبيدات والصبغات.

ومعظم الفوسفور فى الأغذية على شكل فوسفاتات عضوية وهى تهضم فى الأمعاء لتكون فوسفاتات غير عضوية للصوديوم والكالسيوم والبوتاسيوم وهى

توجـد فـي السـمك وصفـار البيـض فـي شـكل فوسفوليبيدات وفوسفاتيديل كولين وفوسفاتيديل إيثانولامين. وفي بعض الأغذية مثل الحبوب والبروتينات من مصادر نباتية ٥٠ – ٨٠٪ من الفسفور يوجد في شكل فيتين وهو عادة ملح حمض الفيتيك للكالسيوم/المغنيسيوم (سادس إستر الفوسفات للأينوسيتول) والنشا الطبيعي خاصة نشا البطاطس يحتوى حمض الفسفوريك كإستر (٢).

في دورة الفوسفات في الماء يتكون الجزء غير العضوى منها من يد فو أ٤$^{-2}$ في محلول متوازن مع يد٢ فو أ٤$^{-}$ و فو أ٤$^{-3}$ و يد٣ فو أ٤. والطحالب البلانكونيتية يمكنها إمتصاص فوسفاتات غير عضوية. وبعض الطحالب لها طريقة لكسر عديد الفوسفاتات وحتى إستخدام الفوسفوليبيدات .

الوجود occurrence

الفسفور هو المعدن الحادى عشر من حيث الوجود في قشرة الأرض ويوجد بنسبة ١١٢٠ جزء في المليون. وهو مكون رئيسي لكل نسيج معروف وكل خلية في الجسم ويكون حوالي ١٪ من وزن الجسم وعادة ٧٠٪ من الفسفور المتناول يمتص بواسطة الجسم. وهو يوجد عادة في الصورة العضوية في الجسم. ويوجد بتركيزات عالية في النسيج المرستيمى/الإنشائي meristimatic في النباتات النشطة النامية حيث يدخل في تخليق البروتينات النووية والفوسفوليبيدات. والبروتينات مكونات هامة للأغشية الخلوية وعادة الفسفور مركز أكثر في البذور. وفي الأنسجة النباتية والعصير يوجد كحمض فسفوريك وأيون فوسفات فهو في بعض عصير الموالح يوجد حتى ٢,٧٪ كثاني أيدروجين الفوسفات (يد٢ فو أ٤$^{-}$). ومحتويات بعض النباتات من الفسفور هي: الحبوب ٠,١–٠,٥٪، البقول الجافة ٠,٣–٠,٦٪، الخضر الورقية ٠,٠٢–٠,٥٪، النُقل وبذور الزيت ٠,٠١–٠,١٪، والأعشاب والتوابل ٠,٠١–٠,٥٪، الفواكه ٠,٠١–٠,٥٪، السمك والأغذية البحرية ٠,٢–٢,٠٪ واللحم والدواجن ٠.١٥–٠,٨٠٪ واللبن والمنتجات اللبنية ٠,١–١,٠٪، الدهن والزيوت المأكلة ٠,٠١–٠,٢٪، السكريات ٠,٠١–٠,٤٪، والمشروبات ٠,٠١–٠,١ ٪. والسكر البني شبه النقي يحتوى مستويات عالية من الفسفور بينما السكر المنقى خالٍ منه. ويفقد في تنقية الحبوب ٥٠ – ٦٠٪ من الفسفور وفي أنسجة العضل يوجد الفسفور كفسفوكرياتين وهو يخلق أ.ثلا.ف ATP ونقصه يحدث في البالغين مع

إستخدام زائد للكحول أو القيء طويل الأجل أو مرض الكبد أو فَرْط نشاطِ جَنيباتِ الدَّرَقيَّة hyperparathyroidism.
والنباتات التى ينقصها الفسفور قد تتكرز فى أوراقها أو سويقاتها أو ثمارها وتبدو معوقة النمو والأوراق قد يكون لها لون غامق إلى أزرق-أخضر مميز.

خواص الفوسفاتات

كل الفوسفاتات أملاح أحماض أكسية oxyacids التى تحتوى مجموعة فو=أ وعلى الأقل مجموعة واحدة من فو-أيد تتأين وبعض الأنواع لها أيضاً مجموعة فو-يد حيث أن ذرة الأيدروجين لاتتأين. وفوسفاتات أيونات المعادن وغيرها من الأيونات الموجبة وفوسفاتات المعادن المختلطة والفوسفاتات المكثفة معروفة جيداً بسبب أهميتها التقنية والتجارية. وكثير من الفوسفاتات معروفة بسميتها خاصة عديد الفوسفاتات طويلة السلسلة حيث تؤثر عكسياً على الضغط التناضحى لسوائل الجسم وتمنع إمتصاص المعادن. والفوسفاتات تستطيع التفاعل مع كثير من مكونات الأغذية وتثبط أيونات المعادن وبذا فهى مهمة فى معاملة الأغذية.
وفوسفات أحادى الصوديوم (ص يد٢ فو أ٤) ذائب فى الماء ويستخدم كعامل فسفرة على سطوح الصلب. وخواصها الحمضية تستخدم فى الأقراص الفوارة للإسهال وكعامل رافع فى مسحوق الخبيز. وفوسفاتات ثنائى الصوديوم وثنائى البوتاسيوم تستخدم كمواد تنظيمية للمحافظة على ج يد وفى تثبيت اللحوم وكمواد منحية sequestering وأرثو فوسفات الصوديوم (ص٣ فوأ٤) قلوى جداً ويستخدم فى المنظفات الصناعية للسطوح الصلبة. ومعقدة مع الهيبوكلوريت

(ص٣فوأ٤ . ١١(يد٢ أ)٤ . ص أ كل)

يطلق الكلور النشط عندما يبتل وهو يعمل كمبيض وضد البكتريا. والفوسفات المعدنية الطبيعية كلها أورثو فوسفاتات والأهم منها الفلورو أباتيت والأيدروكسو أباتيت المكربنة جزئياً تعمل فى الجزء المعدنى من الأسنان. وتستخدم سلاسل الفوسفات فى تحلية المياه صناعياً. وعديد الفوسفاتات تساعد فى ضبط مجموعات الكائنات الدقيقة على سطح الدواجن.
والفوسفات العضوية تحتوى مجموعات فوسفات متصلة خلال مجاميع أيد من المركبات العضوية (رابطة ك-أ-فو) مثل السكريات. وعموماً فالفوسفات لها خواص تستخدم فى كثير من العمليات.
كما تستخدم الفوسفات فى السبحيات لعمل منظم للروابط عالية الطاقة والتى تحتاج إليها فى نشاط الخلايا. وأيض الفوسفات غير العضوى مرتبط بأيض الكالسيوم وتناول الفسفور والكالسيوم حرج بالنسبة لنمو الهيكل وأيضاً لنمو الأنسجة الطرية خاصة فى حديثى الولادة. (Macrae)

الإمتصاص المعوى للفوسفاتات

إمتصاص الفوسفات غير العضوية (فو غ Pi) ذو كفاءة عالية وهى أعلا من ضعف إمتصاص الكالسيوم الذى هو ٢٥-٣٠٪ فى البالغين. وكفاءة إمتصاص فو غ Pi بواسطة الأطفال هى حوالى ٨٠-٩٠٪ والغذاء له نسب كا:فو تزيد من ٠,٧-١,٠ وإذا

كانت الكمية الحقيقية للكالسيوم في الوجبة هي ٣٥٠ مجم وكمية الفسفور ٥٠٠ مجم فإن حوالي ٧٥٪ من الفسفور أو ٣٧٥ مجم تمتص ومعظمها خلال الساعة الأولى بعد الوجبة ولـٰـن فقط ٣٠٪ أو ١٠٥ مجم من الكالسيوم تمتص على أقصى تقدير وتأخذ هذه العملية عدة ساعات لكي تتم. والتأثير العام هو أن إرتفاع تركيز فوغ Pi يميل إلى أن يكبح كا$^{2+}$ السيرم ربما خلال ضبط عكسي لناتج التركيز الأيوني في السيرم أي (كا$^{2+}$) × (فوغ) = ثابت. وإفراز هرمون الباراثيرويد (هـ.ب.ث PTH parathyroid hormone من الغدد الباراثيرويدية يستجيب لتركيز كالسيوم السيرم المكبوح مادام فوغ Pi الممتص يستمر في إنقاص تركيز كا$^{2+}$.

وإمتصاص فوغ Pi يتم عن طريقين: خلال الخلايا وبجانب para الخلايا خلال الأمعاء الصغيرة وربما أيضاً الكبيرة. والطريق خلال الخلايا يعتبر الأهم ولكن الطريق الآخر بجانب الخلايا غير معروف من حيث الوجود في الأمعاء الصغيرة أو الكمية التي يساهم بها. والطريق خلال الخلايا يشتمل على آليتين إثنتين على الأقل للدخول عند أغشية الفرش (المخاط mucosa).

ومعظم إمتصاص فوغ Pi يعتبر سلبياً passive بسبب النقل مع ص$^{+}$ أو أيونات موجبة أخرى. وبسبب آلية النقل المشترك مع ص$^{+}$ بعد وجبة فإن فوغ Pi قد يكون أكثر سرعة في الإمتصاص عن إذا ماكانت آلية إمتصاص فوغ Pi منفصلاً أو مستقلاً مطلوباً كما هو *per se*. وفهم إمتصاص فوغ Pi لايزال محدوداً. والشكل الهرموني لفيتامين د: ١، ٢٥-ثنائي أيدروكسي فيتامين د يزيد إمتصاص فوغ Pi خلال الطريق داخل الخلايا intracellular ولكن قليلٌ المعروف عن هذا الطريق عن إمتصاص كا$^{2+}$ الذي يتوسط فيه فيتامين د.

وبعض الإفرازات لأيونات فوغ Pi في القناة المعدية المعوية يحدث عند كل مستوى أي الغدد اللعابية والمعدة والأمعاء والبنكرياس والكبد والأمعاء الكبيرة. وعلى ذلك فصافي إمتصاص فوغ Pi يمثل الفرق مابين إمتصاص فوغ Pi الكلي وإفراز فوغ Pi الداخلي endogenous. وأيونات فوغ Pi والتي لا تمتص بواسطة الأحشاء gut تمر إلى البراز.

تركيزات الفوسفاتات في الدم

جدول (١) يعطي توزيعات الفسفور في سيرم دم الإنسان مقارنة بتوزيعات الكالسيوم.

جدول (١): أجزاء السيرم من الفوسفاتات والكالسيوم.

شكل الفوسفات	النسبة المئوية من الكل	الكالسيوم	النسبة المئوية من الكل
يدفوأ$_4^{-2}$ حر	٤٤	كا$^{2+}$ حر	٤٨
يد$_2$فوأ$_4^{-}$ حر	١٠	مرتبط	
مرتبط		ببروتين	٤٦
بالبروتين	١٢	معقد	٣
مرتبط بأيون		غيره	٣
موجب	٣٤		

فوأ PO فى الجزء الدهنى من بلازما الدم عادة يمثل قيمة ثابتة تقريباً فى الأشخاص على أغذية بها كميات كبيرة من الفسفور ولكنها تنقص إذا أصبح الغذاء ناقصاً أو أقل كثيراً فى الفسفور. وسبب هذا التغير غير واضح ولكنه قد يحدث من التكيف المُسْتَتِب homeostatic إلى تناول فسفور أقل خلاله تشق/تنفرد مجموعات فوأ PO المرتبطة بالغذاء وتطلق إلى الدم من أجل المحافظة على تركيزات فوغ Pi على أو بالقرب من المستوى المنعقد. وهذا المستوى المنعقد والذى يحدد وراثياً فى كل نوع ينظم بميكانيزمات إتزان بدنى مختلفة. وفى حالة سيرم فوغ Pi تشترك فيه عدة هرمونات خاصة هـ.ب.ث PTH فى المحافظة على فوغ Pi على أو بالقرب من المستوى المُحَدَدْ.

والشكل الهرمونى لفيتامين د - ١، ٢٥-ثنائى أيدروكسى فيتامين د - يعتقد أنه يُعَزِز إمتصاص الأمعاء لـ فوغ Pi كما يفعل مع الكالسيوم ولكن قليلٌ نسبياً المعروف عن الآلية الخلوية لهذا النشاط. فمثلاً بروتينات حاملة فوغ Pi ثم التعرف عليها عند غشاء نهاية الفرش brush border membrane ولكن لم توجد بروتينات تربط فوغ Pi داخل الخلايا بعد المعاملة بفيتامين د فى الحيوانات النماذج.

وأيونات فوغ Pi فى الدم أو السوائل خارج الخلايا توزع على جميع الأنسجة فى الجسم لمقابلة الإحتياجات الخلوية وكى تؤخذ بقسم السائل العظمى bone fluid لتضمن فى بلورات الأيدروكسى أباتيت hydroxy apatite وأثناء تطور الأسنان يتم أخذ أيونات فوغ Pi بالخلايا (اروومة الخلية السنية ، اروومة الميناodontoblasts ، ameloblasts) وتنقل إلى داخل أقسام خارج الخلايا فى بلورات الأيدروكسى أباتيت المتطورة.

آليات إستِتْباب للفوسفات
phosphate homeostatic mechanisms

تركيز فوغ Pi السيرم غير مضبوط تماماً عند أى وقت فى دورة الحياه مثل ذلك الخاص بالكالسيوم. وتشترك عدة هرمونات فى الإستِقْرار المُتَجانِس لـ فوغ Pi و هـ.ب.ث PTH والكالسيتونين calcitonin والشكل الهرمونى لفيتامين د تعتبر أهم المنظمات ولكن هناك هرمونات كثيرة أخرى تؤثر على الإستِتْباب لـ فوغ Pi بما فيها الأنسولين والجلوكاجون وهرمون النمو والاستروجين والأدرينالين والكورتيكوستيرويد الأدرينالى adrenal corticosteroids.

والكالسيتونين قد يلعب دوراً حرجاً فى الإحتفاظ بالكالسيوم بعد الوجبة خلال النشاط المباشر على خلايا العظم، والذى يعلو على أى تأثير لارتفاع الـ هـ.ب.ث PTH على هذه الخلايا أثناء هذه الفترة. وهذا الفعل يؤثر الإحتفاظ بالكالسيوم الممتص فى قسم سائل العظم وبذا يبقى كالسيوم البلازما منخفضاً، وهذا يؤثر إعادة إمتصاص الكالسيوم بواسطة الكلى الذى يتوسط فيه هـ.ب.ث PTH ، وبالتالى الإحتفاظ بالكالسيوم.

وإرتفاع هـ.ب.ث PTH يعمل على تنشيط إعادة إمتصاص الكالسيوم بواسطة الكلى بينما يعوق إعادة إمتصاص فوغ Pi أثناء فترة مابعد الوجبة. وفى نفس الوقت هـ.ب.ث PTH يعتقد أنه يصبح

غير فعال نسبياً على خلايا العظم بسبب سيادة الكالسيتونين. وصافى عمل هـ.ب.ث PTH على الأنسجة المختلفة هو محاولة الإحتفاظ بـ كا++ فى وجه إرتفاع فو غ Pi فى البلازما. ولكن إذا كان هـ.ب.ث PTH يستمر مرتفعاً بعد إضمحلال تأثير إعاقة الكالسيتونين فإن زيادة إنتقال كا++ من قسم سائل العظم إلى الدم وإعادة إمتصاص الخلايا البانية للعظم osteoblastic المنشطة بواسطة هـ.ب.ث PTH يمكنهما معاً أن يستنزفا ببطء العظم عندما يزيد كثيراً تناول الفسفور الغذائى عن الكالسيوم فى المدى الطويل. وهذه الآلية الممكنة تعتبر طريقاً محتملاً جداً والذى فيه الغذاء منخفض الكالسيوم يمكن أن يساهم فى قِلة العظم osteopenia وما يتبع ذلك من الكسور والتى تميز مسامية العظام osteoporosis. والإسم المعطى لهذه الحالة هو فرط الدُرَيقيَّة hyperparathyroidism الثانوية الغذائية.

وناحية أخرى فى الإستتباب لـ فو غ Pi يشمل جزيئات فو أ OP العضوية المرتبطة بالأغشية مثل الفوسفوليبيدات. فعندما يغذى الحيوان على فسفور منخفض فإنه يزيد تهدم مكونات أغشية فو أ PO والذى يطلق فو غ Pi إلى الدم ويساعد على المحافظة على تركيز فو غ Pi فى الدم على مستواه.

والإستروجين قد يشجع على نقل فو غ Pi إلى الخلايا لأن فو غ Pi البلازما يصبح مرتفعاً نوعاً فى الغشاء بعد سن اليأس وهذا الإرتفاع قد يعكس تحول turnover العظام وإطلاق فو غ Pi إلى الدم من الهيكل. وعلاج إحلال الإستروجين فى النساء بعد سن اليأس يسبب نقصاً بسيطاً فى سيرم فو غ Pi.

والـ فو غ Pi فى الخلايا يمكن تخزينه فى كثير من الأجسام الخلوية organelles مثل السبحيات وشبكة الجبلة الداخلية endoplasmic reticulum مع كا++ كفوسفات كالسيوم والذى يمكن أن يذاب فى وقت الحاجة ليسترد فى الإحتياج الخلوى.

وظائف الفوسفاتات
functional roles of phosphates

الفسفور كـ فو غ Pi و/أو فو أ PO يوجد فى كل الخلايا وداخل وخارج الخلايا وفى المواقع الخارجية فهو يوجد فى بلورات الأيدروكسى أباتيت فى العظام والأسنان وفى البروتينات الفوسفاتية. وفسفرة النوع I I type من الكولاجين فى العظام قد يطلق عملية المعدنة mineralization. كما تعمل الفوسفات كمنظم للدم والسوائل خارج الخلايا.

وداخل الخلايا تعمل الفوسفات كمنظمات هامة و فو أ PO مكون لجزيئات كثيرة بما فيها الأغشية والجزيئات عالية الطاقة والبروتينات المنظمة والفوسفوليبيدات المنظمة والبروتينات النووية. وفى فوسفوليبيدات النسيج العصبى فو أ PO مكون حَرِج لكثير من الجزيئات المختلفة. وفسفرة الأينوسيتول إلى فوسفاتيدل اينوسيتول وإنقسام ثالث فوسفات الأينوسيتول يمثل آلية منظمة هامة فى الخلايا. بجانب أن فسفرة عدد من الإنزيمات بواسطة كينازات البروتين وإزالة الفسفرة من هذه الإنزيمات نفسها بواسطة الفوسفاتازات هو

مركز لتنشيط وتثبيط عدد من الإنزيمات المنظمة المفتاحه والتى تضبط طرقاً أيضية خاصة فى الخلية. وتناول فوغ Pi بواسطة الخلايا لتخليق الببتيدات المنظمة والفوسفوليبيدات المنظمة هو أيضاً مهم فى الخلايا النشطة أيضياً وعلى هذا فالفسفور موزع أكثر من الكالسيوم فى الخلايا ويخدم عدة إدوار. وتناول فوغ Pi يعززه الأنسولين ولكن تعمل انزيمات أخرى فى زيادة تناوله ومنها الإستروجين والأدرينالين والكالسيتونين وكثير غيرها ومنها ى.ز.ف١ IGF1. وعندما تدخل السيتوزول فإن أيونات فوغ Pi تُستَخدَم فى فسفرة الجلوكوز والجزيئات الوسطية المشتقة من الجلوكوز. بجانب أن فوغ Pi تنتقل عبر أغشية الأجسام الخلوية organelles داخل الخلايا للإستخدام أو التخزين فمثلاً فى السبحيات أيونات فوغ Pi ضرورية إذا كان للفسفرة المؤكسدة أن تزدوج بكفاءة. وكذلك السبحيات تخزن حوالى ٢٠٪ من فوغ Pi الخلايا كأملاح كالسيوم. وكذلك تُستَخدَم شبكة الجبلة الداخلية endoplasmic reticulum ويخزن فوغ Pi لفسفرة بروتينات مختلفة. وكذلك فإن شبكة الجبلة الداخلية endoplasmic reticulum تحتوى تقريباً ٣٠٪ من كل فوغ Pi المخزن وللإستخدام فى فسفرة البروتينات والجزيئات الأخرى. وتحتوى النواة ومعقد جوجلى والليبوزومات بقية الـ فوغ Pi.

الفوسفات فى الصحة والمرض

تـوازن الفسفور يحدده الفرق مابين التناول والإخراج ويحتفظ به ثابتاً فى الأشخاص الأصحاء حتى وقت متأخر من دورة الحياة عندما يزيد فقد النسيج غير الدهنى lean. والتوازن السالب قبل الموت فى الأشخاص المرضى يسبب موت كثير من الخلايا بدون تجديد. وإمتصاص فوغ Pi ينقص متأخراً فى الحياه وأحياناً بعد الخمسينات لأن الإمتصاص يقل كفائته ولأن تناول الطاقة ينقص فى كبار السن. وإفراز فوغ Pi أيضاً ينقص قليلاً فى الأشخاص الأصحاء كبار السن ولكنه ينقص أكثر إذا كانت وظيفة الكلى متأثرة. وعادة فإن الإفراز البولى لـ فوغ Pi تقريباً ٦٧٪ من فوغ Pi فى الغذاء وهذه النسبة تبقى طول الحياه فى الأشخاص الأصحاء. والفسفور غير الممتص يكون تقريباً كل المزال من فوغ Pi البرازى ولو أن الفقد فى العرق والجلد يساهم بنسبة صغيرة فى الإفراز الكلى لـ فوغ Pi.

العمر ووظيفة الكلى

لاتغير مع السن فى فوغ Pi بالنسبة لـ فوغ Pi السيرم ونفس الشيء مع كالسيوم السيرم فالنقص القليل فى وظيفة الكلى لايؤثر على تركيزات فوغ Pi والكالسيوم فى النساء بالرغم من أن الأشخاص الذين يعانون من فشل كلوى لايتعودون بكفاية على إرتفاعات فى تركيزات فوغ Pi.

فرط الدُّرَيقيَّة الثانوى الغذائى

nutritional secondary hyperthyroidism

هذا الإضطراب وجد فى الحيوانات ولكن هناك دراسة بين النساء الذين يستهلكون غذاء منخفض الكالسيوم عالٍ فى الفوسفات (النسب <٠,٥ : ١,٠). فدراسة لمدة أربعة أسابيع على نساء بالغات

صغيرات على غذاء بنسبة ٠,٢٥ : ١,٠ كا : فو كـن ذوات هـ.ب.ث PTH مرتفعة التركيز و ١، ٢٥-ثـانى أيدروكسى فيتـامين د مرتفـــع بدرجـة متوسطـــة على مـدى الدراسة. وجد أنه لم يـرجـــد أى تغير فى كثافـة العظـام المعدنيـــة علـى هـذا المـدى القصيـــر.

فرط الدريقية الثانوى الكلوى

renal secondary hyperthyroidism

عندما يحدث لوظيفـة الكلى أن تتعرض لضغط إلى حد أن الكرياتينين ومنتجـات النـتروجين الأيضيـة الأخـرى و فـو غ Pi يحتفـظ بـها علـى غـير العـادة وبزيـادة فـى الجسـم فـإن هنـاك عـدة تعـددات فسيولوجية مرضية تحـدث ممـا يكـون لـه تأثـيرات خطيرة على الصحة. ومن أهم التأثيرات المعاكسة للإحتفـاظ بـ فـو غ Pi هـو الفقـد السـريع والمتقـدم لكتلة المعدن. فالإرتفاع المزمـن لـ فـو غ Pi السيرم يسبب نقصا فى $كا^{++}$ السيرم والـذى يسـبب إفـراز هـ.ب.ث PTH. والنـاتج الصـافى هـو رفـع تركـيز هـ.ب.ث PTH الداعم والذى يستمر فـى العمـل على العظام أى إعادة الإمتصاص لمحاولة رفع $كـا^{++}$ إلى الإستتباب عند المستوى المحدد. ولمـا كـــان فـو غ Pi يطلـق أيضـا مـن العظـام مـع إعـــــادة إمتصاص $كا^{++}$ فإن تركيز فو غ Pi السيرم يزيـد أيضـا. ولأن الكلـى لاتستطيع إزالـة فـو غ Pi بكفايـة فـإن ($كـا^{++}$) لايمكـن أن يزيـد إلى المسـتوى المحـدد ويستمر نسيج العظام فـى التدهـور كجزء من دائـرة خبيثة لاتنتهى.

الخلاصة

أيض فو غ Pi معقد كثيرا عن أيض الكالسيوم بسبب طرق داخل الخلايا عديدة تستخدم أيونـات فـو غ Pi فـى واحـد مـن المراحـل أوآخـر. فإسـتخدام السيتوسـول للـ فـو غ Pi هـو مرتبـط بإسـتخدام الجلوكـوز فى تكوين جلوكـوز-٦- فوسـفات وفـى تخليـق الجليسـريدات الثلاثيـة خـلال تكويـن فوسفات-٣-جليسرول ومع جزيئات أخرى أثنـاء فترة بعد الأكل. و فو غ Pi يستخدم بواسطة الخلايا لجزيئات كثيرة مختلفـة بمافيـها ببتيـدات التنظيـم والفوسفوليبيـــدات. والتنظيم خـــارج الخلايـــا لـ فـو غ Pi يرتبـط بالقرب مـع نظـيره مـن الكالسـيوم خـلال هـــ.ب.ث PTH وغـــيره مـــن الهرمونـــات المنظمة للكالسيوم. وتحـت ظـروف غذائيـــة مـن زيادة تناول الفسفور مقارنا بالكالسيوم أى نسبـــــه كا : فو منخفضة فإن فرط الدريقية الثـانوى الغذائـى وتقدم قلة العظم osteopenia طويـل المـدى مـن الأرجـح أن يظـهرا. وفـرط الدريقيـة الكلـــوى الثانـوى. وهو تابع خطر للفشل الكلوى ينتج عنه فقـد عظـام شـديد بسـبب تغـير تنظيـم الإتـزان الإستتباب للـ فو غ Pi.

(Macrae)

والأخذ الأمثل لم يعرف بعد.

(Hui)

والأسماء: بالفرنسية phosphore (m)، وبالألمانية der Phosphor.

الفاصوليا	French bean / aruota Feijoa / kidney beans / harvest beans / field beans / stringer snap beans / wax beans / dry beans / navy beans / white beans / northern beans/ pea beans

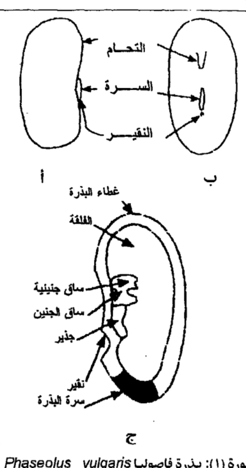
الإسم العلمى *Phaseolus vulgaris*

الفصيلة/العائلة: القرنية Leguminosae

يعتمد الإسم على المنطقة وطور النمو. والإنتاج العالمى يعطى هذا النوع ٣٠٪ من الإنتاج الكلى للبقول الجافة وأهم بلاد الإنتاج الصين والهند والمكسيك والولايات المتحدة والبرازيل. وهى تؤكل خضراء كخضر أو تؤكل مزالة من القشور أو جافة. وهى لها أطوال تتراوح مابين ٨,٤١ مم و ١٥,٩٥مم وعرض يتراوح مابين ٥,٤١ مم و ٨,٢٣ مم وسماكة مابين ٤,٦٠ مم و ٧,٤٧ مم ودليل صلابة يتراوح مابين ٢,١٦ و ٤١,٨٥ رطل قوة/حبة. كذلك تختلف فى وزن ١٠٠ بذرة بالجرام من ١٥,٠٣جم إلى ٥٠,٣٣ جم وكثافة من ١,١٨ إلى ١,٣٦ جم/سم^{3} وكثافة حجم من ٠,٦٨ إلى ٠,٧٥جم/سم^{3} وثغور من ٤٠,٧ إلى ٤٨,٥٪ وحجم نوعى من ٠,٧٣٥ إلى ٠,٨٤٧سم^{3}/جم وحجم bulk ١,٣٣٣ إلى ١,٤٧١ فالإختلافات كبيرة مابين الأصناف cultivars.

التكوين التقريبى proximate composition

نسبة المكونات لاتمثل المكونات الحقيقية ولاتمثل الحقيقة نظراً لأن الأسماء العلمية لم تعط ولكن الفروق فى الصنف الواحد لم تكن كبيرة ولكن العوامل الجغرافية ومواسم النمو أثرت على البروتين.



صورة (١): بذرة فاصوليا *Phaseolus vulgaris* جافة. أ - شكل خارجى جانبى ، ب- شكل مواجه ، ج- الجنين مفتوحاً.

البروتينات proteins

التوزيع

البروتينات الموجودة تقع فى نوعين:
١- البروتينات الأيضية - الإنزيمية والتركيبية - وهى مسئولة عن النشاط الخلوى بما فيها تخليق البروتينات التركيبية. ٢- بروتينات التخزين التى تتكون أثناء نمو البذرة مع الكربوايدرات والزيت وهى تعطى مصدراً للطاقة وهيكلاً للكربون أثناء النمو والإنبات وتوجد فى الخلايا فى أجسام خاصة وقد تُكَون الجبلة الداخلية endoplasmic reticulum. وقد لوحظ أن إمتداد الفلقات يصحبه

٤-٦ مرات زيادة فى الجبلة الداخلية وكان لأجسام البروتين قطراً يتراوح مابين ٣ و ١٠ ميكرومتر.
وأهم البروتينات هى الفيسيلين vicilin (٥٠٪) والملززات النباتية phytohemagglutinin (١٠٪). والفيسيلين يحتوى ٣-٤ عديد ببتيد غير متماثل وهى مُجَيلكسلة glyxolated بينما الملززات النباتية كل تحت وحدة الملززات غير ملونة ٣٤٠٠٠ وزن جزيئى (و.ج MW) وتحت وحدة ملززات أريثرو erythroagglutinin (و.ج MW) ٣٦٠٠٠. ويوجد أيضاً ليجيومين legumin. وقد وجد أنهما يحتويان المانوز و الـ ن-خلات جلوكوزأمين N-acetylglucosamine. وقد وجد أن الألبيومينات تراوحت مابين ١١,٥٢ و ٣١,٠٦٪ والجلوبيولين مابين ٤٦,٢٠ إلى ٨١,٠٠٪ من البروتين الخام.

الخواص الوظيفية functional properties

ثبات البروتين protein stability

نقطة التكاهر هى فى مدى جيد ٤-٥ والبروتينات تذوب أكثر فى وسط قاعدى عن حامضى وذوبان البروتينات يتوقف على تركيز الملح و جيد ونوع الملح. ولكنها تتأثر بعوامل مثل جيد ودرجة الحرارة والتاريخ وظروف المعاملة والقوة الأيونية ووجود وغياب مكونات أخرى (التى تستطيع ربط البروتينات) والمذيب وغيرها.

خواص الترغية foaming properties

تتوقف خواص الترغية على التركيز والذوبان ونوع البروتين و جيد والقوة الأيونية والمعاملة المبدئية ... الخ. والتوتر البيسطحى مهم وهو يتوقف على ذوبان البروتين.

خواص الإستحلاب emulsion properties

الألبيومينات يظهر أنها تُعِد بأن تكون أكثر أهمية كعوامل إستحلاب.

تكون الجل واللزوجة gelation & viscosity

تركيزات تكون الجل لدقيق أحد أنواع الـ *Phaseolus* وهو الشمالى العظيم great northern وللألبيومينات ومركزات البروتين ولمعزولات البروتين كان ١٠ و ١٨ و ٨ و ١٢٪ وزن/حجم بالتتابع ولكن الجلوبيولين لم يكون جلاً متماسكاً حتى تركيز ٢٠٪ (وزن/حجم).
وقد وجد أن اللزوجة تعتمد على التركيز ولكن الألبيومينات كانت أكثر لزوجة عن الجلوبيولينات وأن هذه الأخيرة تحتاج إلى وجود عوامل مسخ/تأين لزيادة ذوبانها.

المقدرة المنظمة buffer capacity

الجلوبيولينات ذات تركيب مضموم والمجموعات المحبة للماء مدفونة داخل الجزىء وبذا فهى لاتعرض فى ظروف جيد متعادلة وهذا ينتج عنه مقدرة منظمة منخفضة فى المدى المتعادل ولكن أثناء التنقيط ينقل جزىء البروتين وتظهر أكثر المجموعات المدفونة وتتأين وبذا تزيد مقدرة التنظيم على المدى القاعدى والحامضى من جيد. هذا وقد وجد أن ٥٠٪ من البروتين الطبيعى هو α-حلزونى فى فول الشمال العظيم

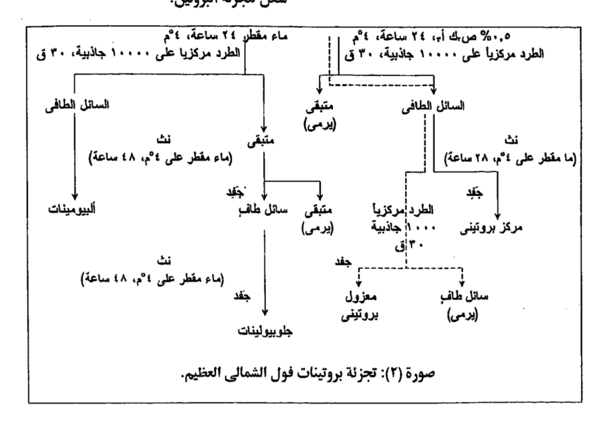
وفى نفس الصنف وجد أن الألبيومينات كان لها شكل قضيب بينما الجلوبيولينات كانت غير منتظمة الشكل.

قيمة البروتين

تكوين الأحماض الأمينية

ينقص بروتينات الـ *Phaseolus* الأحماض الأمينية الكبريتية ولكنها غنية فى الليسين وبذا يمكن أن تكمل الحبوب. وقد وجد أن نسبة كفاءة البروتين تراوحت مابين ٠,٧٥ - ١,٣٢ وأن الهضمية كانت بين ٤٣,٥ - ٧٥,٩.

ومعظم بروتينات الـ *Phaseolus* تبدو مضمومة وأنها تقاوم الإنزيمات الهاضمة. والتسخين يحسن الهضمية ولكن بعد المسخ والهضم بالبيبسين والتربسين بقت نسبة ٥,٦٪ بروتين غير محلمأة. وعموماً فمعاملة الفول مثل الطبخ والمعاملة فى الأوتوكلاف والتخمر والتفاعل مع بروتينات الحبوب و/أو اللبن يحسن من الهضمية والصورة (٢) تعطى شكل لتجزئة البروتين.



صورة (٢): تجزئة بروتينات فول الشمالى العظيم.

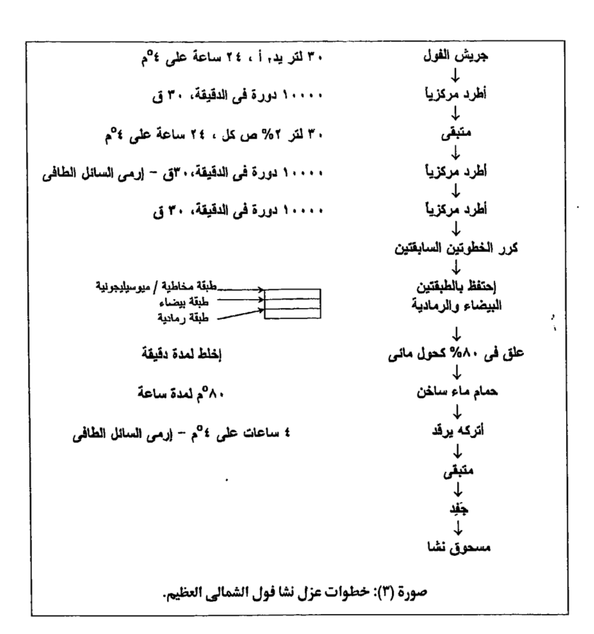
الكربوايدرات carbohydrates

النشا starch

الصورة (٣) تعطى خطوات عزل نشا البقول وقد تمت دراسة عدة أنواع من البقول ونتائجها توجد فى جدول (١).

وقد تمت دراسة السكريات البِضْع المسببة لإنتفاخ البطن وقد نُصِحَ بزيادة نسبة الألياف فى الغذاء.

وقد وجد أن نشا الشمالى العظيم يعتمد فى ذوبانه وإنتفاخه ولزوجته على كل من درجة الحرارة ورقم جيد.



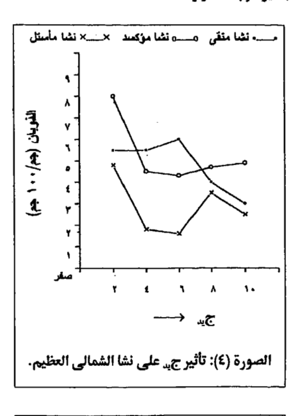
صورة (٣): خطوات عزل نشا فول الشمالى العظيم.

جدول (١): تكوين الدقيق والنشا (٪ على أساس الوزن الجاف).

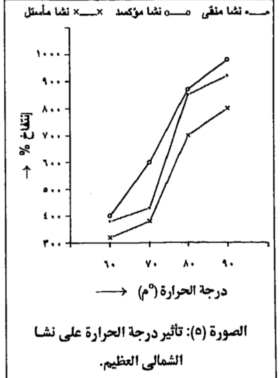
البقل	بروتين خام*		دهن خام		ألياف خام		رماد		نشا	
	دقيق	نشا	دقيق	نشا	دقيق	نشا	دقيق	نشا	دقيق	نشا
فول بسلة بيضاء	٢٤,٧	١٥,٢	١,٧	١,٠	٤,٥	٥,٦	٤,٠	٢,٧	٣٨,٤	٥١,٦
فول الشمالى العظيم	٢٤,٠	١٥,٦	١,٧	١,٣	٤,٥	٥,٤	٤,٠	٢,٩	٤٠,٣	٥١,٥
ليما طفل	٢٣,٠	١٣,٩	٠,٩	٠,٧	٥,٠	٥,٨	٤,١	٢,٦	٤٥,٥	٦١,١
الماش	٢٦,٥	١٢,٣	٠,٩	٠,٦	٣,٩	٥,١	٣,٤	١,٩	٥٠,٠	٦٧,٧

* ن × ٦.٢٥

وتعطى الصورة (٤) تأثير جيد على ذوبان نشا الشمالى العظيم والصورة (٥) إنتفاخ نفس النشا بتأثير درجة الحرارة.

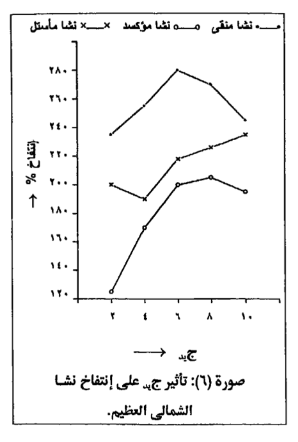


الصورة (٤): تأثير جيد على نشا الشمالى العظيم.



الصورة (٥): تأثير درجة الحرارة على نشا الشمالى العظيم.

وقد وجد أن أعلا ذوبان للنشا المنقى عند جيد ٦,٠ وأستلة acetylation النشا أنقصت الذوبان بينما الأكسدة زادت من الذوبان كدالة لدرجة الحرارة وكلا النشا المأستل والمؤكسد كان عند أقصاه على جيد ٢,٠ بمعنى أنها قد تكون محبة للماء أكثر عند جيد حمضية والنشا المنقى كان له قدر إنتفاخ أعلا على مدى جيد من ٢ – ١٠ إذا قورن بالنشا المؤكسد أو المأستل (صورة ٦).



صورة (٦): تأثير جيد على إنتفاخ نشا الشمالى العظيم.

وإضافة أحماض البالمتيك والستياريك واللينولييك إلى نشا الشمالى العظيم خفض من مقياس لزوجة/أميلو برابندر Brabender amylograph viscosity (الصورة ٧) ورَفَع درجة حرارة الجلتنة (جدول ٢) مما يبين أن وجود الدهون مع نشا الفاصوليا قد يؤثر على خواصها الفسيوكيماوية. ونشا

الشمالي العظيم كان له مقدرات إمتصاص ماء وزيت جيدة (٢,٩٣جم / جم و ٢,٩٤ جم/ جم بالتتابع) وكونت جلاً ثابتاً على تركيزات ٧٪ (وزن/حجم) وأعلا . وقد وجد لعدد من أنواع الـ *Phaseolus* أن أقصى أخذها للماء كان على ١٢١°م وأن درجة الحرارة العالية لأقصى إمتصاص للماء ربما كان أحد أسباب إحتياج الفاصوليا لفترات طويلة من الطبخ وإقترحوا إستخدامها في تثخين الأغذية التى تحتاج إلى درجات حرارة عالية ووقت طويل أثناء المعاملة.

جدول (٢): خواص تكوين العجينة في نشا الشمالي العظيم.

العينة	درجة حرارة الجلتنة م°	١٥ق [أ] وحدات برابندر	٥٠°م [ب] وحدات برابندر
نشا منقى	٦٨,٥-٦٥,٥	٢٩٥	٤٤٥
نشا منقى معامل بـ:			
حمض ستياريك	٧٦,٥-٧٢,٠	١١٥	٢٢٣
حمض لينولييك	٧٣,٥-٦٩,٠	١٦٥	٢٣٥
حمض بالمتيك	٧٣,٥-٦٩,٠	١٠٥	١٧٥

أ: لزوجة منحنى النشا المصحح في وحدات برابندر BU عند نهاية ٨٥ ق من فترة إحتفاظ على ٩٥°م.

ب: اللزوجة على ٥٠°م في وحدات برابندر BU أثناء دورة التبريد.

صورة (٧): منحنيات الجلتنة لنشا الشمالـــــي العظيم.
المنحنيات مصلحة للزوجة الكربوكسي ميثيل سيليولوز.

ويظهر من هذه النتائج أن: ١- الإنتفاخ محدود لحبيبات النشا، ٢- إحتواء النشا على كميات أميلوز عالية نسبياً، ٣- حواجز تركيب جدر الخلايا، ٤- البروتين يمكن أن يكون عاملاً مسئولاً عن الزمن الطويل الذى تحتاجه هذه الفاصوليا في الطبخ.

كذلك توجد كميات من عائلة سكر الرافينوز (رافينور وستاكيوز وفرباسكوز) في هذه الفاصوليا والتى تسبب إنتفاخ في البطن من أيدروجين وثانى أكسيد كربون وكميات صغيرة من الميثان. وكذلك توجد كميات صغيرة من المواد البكتينية والأرابينوجالاكتانات والأكسي لوجلوكانات oxyloglucans.

وكذلك وجد أن الهضمية عالية للنشا الخام وأنه لم يوجد أى تأثير عكسي على نمو الفئران. كذلك فإن مثبطات الـ α-أميلاز توجد في أنواع من هذه الفاصوليا وهى تؤثر بشدة على α-أميلاز البنكرياس واللعاب في الثدييات.

الدهون lipids

تحتوى الفاصوليا الجافة من ١-٣٪ دهن ويختلف تبعاً للصنف والأصل والمكان والظروف الجوية والموسم والظروف البيئية ونوع التربة. والدهون المتعادلة هى السائدة فى البقول وتكون فى معظمها جليسريدات ثلاثية مع كميات صغيرة من الأحماض الدهنية والاستيرولات وإسترات الستيرول. والفوسفوليبيدات والدهون الكربوايدراتية وهى مكون أساسى فى أغشية الخلايا توجد أيضاً بكميات مناسبة. وتختلف نسب الدهون المتعادلة والفوسفوليبيدات فى البقول من ٣٢,٠ إلى ٤٥,٠٪ ومن ٢٤,٠ إلى ٣٥,٠٪ من الدهون الكلية بالتتابع. والدهون الكربوايدراتية تكون أقل جزء من الدهون الكلية حتى ١٠,٠٪ وأكثر الأحماض الدهنية وجوداً هى الأولييك والبالمتيك واللينولييك واللينولينيك.

المعادن minerals

الفاصوليا مصدر جيد لكثير من المعادن بما فيها الكالسيوم والحديد والنحاس والخارصين والفوسفور والبوتاسيوم والمنجنيز (الجدول ٣) بينما الفوسفور يوجد معظمه فى حمض الفيتيك فهى فى فاصوليا الشمالى العظيم كانت بنسب ٥٥,٠ – ٧٧,٠٪

جدول (٣): بعض المعادن فى الفاصوليا الجافة *Phaseolus vulgaris*.

	كالسيوم	نحاس	حديد	مغنسيوم	منجنيز	فسفور	بوتاسيوم	صوديوم	خارصين
طازج	٢١٠-٧٠	١,٤٠-٠,٥	٨,٠٠-٣,٣٤	٢٣٠-١٦٠	٢,٠-١,٠	٥٧٠-٣٨٠	١٧٨٠-١٣٢٠	٢١,٠-٤,٠	٦,٥-١,٩
مطبوخ	٢٦٠-٧٠	١,١٠-٠,٥	٧,٩٣-٢,٨٨	٢٢٠-١٣٠	٢,١-١,٠	٥١٠-٣٦٠	١٧١٠-١١٠٠	٦.٩-١,٥	٤,٠-١,٩

القيم كمليجرام/١٠٠ جم فاصوليا على أساس الوزن الجاف من الفاصوليا الجافة الخام.

الفيتامينات vitamins

البقول الجافة مصادر جيدة للفيتامينات القابلة للذوبان فى الماء خاصة الثيامين والريبوفلافين والنياسين والفولاسين (جدول ٤). وهناك إختلاف كبير فى المحتوى الفيتامينى. وقد تسبب عديد السكريات غير المهضومة واللجنين -والتى تكون الألياف الغذائية- نقص إتاحة فيتامينات ب١ لإمتصاص الأمعاء.

جدول (٤): بعض الفيتامينات فى *Phaseolus vulgaris*.

	نياسين	ب١	ب٢	فولاسين	بيريدوكسين
طازج	٣,٢١-٠,٨٥	١,٣٢-٠,٨١	٠,٤١١-٠,١١٢	٠,٦٧٦-٠,١٤٨	٠,٦٥٩-٠,٢٩٩
مطبوخ	١.٩٦-٠,٥٩	١,٠٦-٠,٦٤	٠,٢٤٦-٠,٠٨٦	٠,٥٢١-٠,٠٨٨	٠,٥١٥-٠,٢٠٠

القيم كمليجرامات / ١٠٠ جم فاصوليا على أساس الوزن الجاف.

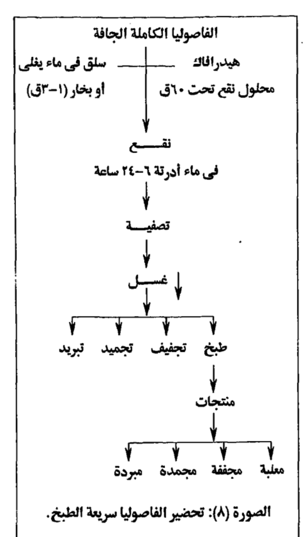
المعاملة processing

الفاصوليا سريعة الطبخ

quick cooking beans

فى طريقة لتحضير الفاصوليا المجففة السابقة الطبخ حُلْمِئت hydrated الفاصوليا بنقعها فى ماء ثم تم طبخها فى البخار ثم تنظيفها فى ٢٪ سكر و ٥٪ الجينات أو ٥٪ نشا مجلتن ثم التجفيف. وكانت الفاصوليا معدة للأكل بعد تغطيتها بالماء ثم غليها لمدة ٣٠ق. وفى طريقة أخرى أستعملت إرتباطات بين كيماويات مثل كلوريد الصوديوم وعديد فوسفات الصوديوم وبيكربونات الصوديوم فى محلول نقع مع معاملة بالفراغ متقطعة (عملية هيدرافاك hydravac) لينتج فاصوليا كبيرة سريعة الطبخ (الصورة ٨). وقد إستعملت طرق شبيهة لتحضير فاصوليا الشمالى العظيم والبنتو والكلوة فنقعت الفاصوليا المسلوقة فى خليط من محلول ٢,٥٪ ص كل + ١,٥٪ ص يد ك أ٣ + ١,٠٪ ثالث عديد الفوسفات + ٠,٥ ص٢ ك أ٣ نتج عنه خفض ٨٠ - ٨٥٪ فى وقت الطبخ عن المقارن. وبذا أمكن بتقشير الفاصوليا خفض زمن الطبخ ٤٥ق دون الحاجة إلى النقع.

وبالنسبة لنقع الفاصوليا فى فيتات الصوديوم أو إيثيلين ثنائى الأمين رباعى الخليك (أ.ثنا.أ.ر.خ EDTA) وُجِدَ أنه يخفض الوقت اللازم للطبخ بين ٣/١ و ٢/١ الفاصوليا المقارنة. فالنقع فى حمض الفيتيك عَزَّزَ فصل الخلايا بدلاً من الكسر وهذا أُرْجِعَ إلى تغيرات فى بكتينات الصفيحة الوسطى middle lamella أثناء الطبخ عندما تكون نسبة حمض الفيتيك للكالسيوم كافية. وإختبار عامل الخلب مهم لأن بعض عوامل الخلب تنقص من الإتاحة الحيوية لبعض المعادن مثل الحديد والكالسيوم والخارصين وقد وجد أن أ.ثنا.أ.ر.خ EDTA له ميل أكبر للخارصين حيث أنه يُكَوِن معقداً ذائباً بحيث يسمح بالإمتصاص عبر الأغشية بعكس فيتات الخارصين التى تترسب فى جيد الأمعاء وعلى ذلك فـ أ.ثنا.أ.ر.خ EDTA له ميزة على حمض الفيتيك.



الصورة (٨): تحضير الفاصوليا سريعة الطبخ.

تأثير المعاملة على القيمة الغذائية

النقع: النقع يأخذ وقتاً (١٢ - ٢٤ ساعة) على درجة حرارة الغرفة وقد أُتُبِعَت طرق لتقصير هذه المدة

بالزيادة الميكانيكية لمعدل تشرب الماء بإستخدام الفراغ أو بإستخدام إزالة القشرة أو بإستخدام رفع درجة حرارة ماء النقع لزيادة معدل التشرب بحيث أمكن خفض الزمن من ١٦ ساعة على درجة حرارة الغرفة إلى أقل من ساعة على ٩٠°م. والنقع فى ٠,١ أو ٠,٥ أو ١,٠٪ فى كل من حمض السيتريك أو الماليك أو الطرطريك نتج عنه تشرب أقل عن النقع فى محلول ملح مختلط أو ماء مقطر. وأحياناً جَشِبَت القشرة عندما نقع فى محلول ١,٠٪ حمضى. وقد وجد أن النقع فى محاليل قلوية يسهل إمتصاص الماء غالباً خلال تغيرات فى أغشية الخلية.

وقد وجد أن الفقد فى المواد الصلبة الكلية ومركبات النتروجين والسكريات الكلية وبضع السكريات والكالسيوم والمنجنيز والثيامين والريبوفلافين والنياسين صغير جداً إذا نُقِعَ على درجات حرارة حتى ٥°م ولكن إذا رُفِعَت درجة الحرارة إلى ٦٠°م وأعلا يحدث فقد زيادة بمقدار ٣ - ٤ مرات ويعتقد أن ذلك راجع إلى تغير نفاذية غشاء الخلية مما يسهل إنتشار المغذيات (الجدول ٥).

جدول (٥): النسبة المئوية [أ] للمغذيات المتبقية فى الفاصوليا البيضاء الصغيرة على درجات حرارة مختلفة.

درجة حرارة النقع (°م)	المواد الصلبة الكلية	نتروجين	سكريات كلية	بضع سكريات	فوسفور كلى	فوسفور عضوى	فوسفور غيرعضوى	كالسيوم	مغنسيوم
٢٠	٩٦	٩٩	٩٢	٩١	٩٩	٦٩	٣٥٢	٩٤	٧٦
٤٠	٩٧	٩٥	٩٥	٩٦	٨٩	٥٨	٣٤٤	٩٣	٧٠
٥٠	٩٤	٩٣	٧٣	٨١	٨٧	٥٧	٣٥٦	٩١	٦٤
٦٠	٨٣	٨١	٦١	٦٠	٧٤	٥٠	٢٧٢	٩١	٥٢
٧٠	٨٥	٨٣	٥٥	٥٩	٧٤	٤٧	٢٠٨	٩٣	٥٢
٨٠	٨٥	٨٤	٥٥	٥٩	٧٥	٥٥	١٥٢	٩٦	٥٢
٩٠	٨٢	٨٧	٥٥	٦١	٨٢	٧٦	١٣٦	٩١	٥٢

أ: نسبة مئوية من التكوين الأصلى.

وبالنسبة لبضع السكريات من عائلة الرافينوز فقد وجد أنها تنقص بمقدار يتراوح مابين ٩٠,٩٥ و ٨٨,١٪ بالنقع لمدة ٢٤ ساعة على ٢٠°م فى اللوبيا ذات العين السوداء والفاصوليا الوردية وأنها أزيلت من قشور الأرد blackgram بمقدار ٤٥ - ٨٠٪ بينما الشمالى العظيم والكلوة والبينتو إنخفضت من ٣٢,٧٥ إلى ٥١,٠٢٪ عندما نقعت فى ماء مقطر أو محلول مخلوط من ٢,٥٪ ص كل + ١,٥٪ ص يد ك أ$_٣$ + ٠,٥٪ ص$_٢$ ك أ$_٣$ + ١,٠٪ ثالث عديد فوسفات الصوديوم لمدة ١٨ ساعة على ٣٢°م.

والنقع فى مخلوط مختلط وفى الماء المقطر للشمالى العظيم وفاصوليا البنتو والكلوة وأثرها على حمض الفيتيك ومثبطات البروتيوز خَفَضَ ١,١ – ١٥,٤٪ و٣,٣ – ١٣,٣٪ فى مثبطات الكيموتربسين والتربسين بالتتابع ومن ٨,٧ – ٦٩,٦ فى محتوى الفيتات. وقد يسهل نقع الفاصوليا إزالة التانينات غير المرغوبة خاصة فى الأصناف الملونة فقد وجد أن عديد الفينولات تقل بالنقع من ٢,٧٨ – ٣,٥٦٪.

الطبخ cooking

تأثير الطبخ على المغذيات

effects of cooking on nutrients

وجد أن هناك إختلافات جوهرية (مستوى ١٪) بين الفاصوليا التى تتبع *Phaseolus vulgaris* فى كل المكونات التقريبية ماعدا الألياف فى الفاصوليا المطبوخة (الجدول ٦).

جدول (٦): التكوين التقريبى للفاصوليا الجافة الناضجة طازجة ومطبوخة.

النوع	الرطوبة	الطاقة	البروتين ن × ٦,٢٥	الدهن	كربوايدرات		رماد
					الكل بالفرق	ألياف خام	
Phaseolus vulgaris خام							
فاصوليا البحرية	١٨,٢	٣١٥	٢١,١	١,٥	٥٦,٣	٦,٦	٢,٩
الشمالى العظيم	١٣,٣	٣٣٠	٢١,٠	١,٠	٦١,٢	٦,٧	٣,٥
فاصوليا بنتو	١٤,٧	٣٢٧	١٨,٨	١,١	٦١,٨	٦,٣	٣,٥
فاصوليا الكلوة الحمراء	١٢,٧	٣٣٥	٢١,٥	١,١	٦١,٧	٧,٠	٣,٠
مطبوخة							
فاصوليا البحرية	٦٣,١	١٤٣	٨,٩	٠,٦	٢٦,٢	٣,١	١,٢
الشمالى العظيم	٦٧,٨	١٢٣	٨,٢	٠,٤	٢٢,٥	٣,٠	١,١
فاصوليا بنتو	٦٥,٩	١٣١	٧,٧	٠,٥	٢٤,٥	٣,٠	١,٤
فاصوليا الكلوة الحمراء	٦٧,١	١٢٧	٨,٣	٠,٥	٢٣,١	٢,٩	١,٠

القيم جم/١٠٠ جم.

وبالنسبة للفيتامينات والمعادن (الجدول ٧) فالإختلافات مابين العينات المطبوخة كانت أعلا منها فى العينات غير المطبوخة وقيم الإحتفاظ للفيتامينات القابلة للذوبان فى الماء أثناء الطبخ كانت ٧٠ – ٧٥٪ (الجدول ٧) والإحتفاظ بالمعادن تراوحت مابين ٣٨,٥٪ للصوديوم إلى الإحتفاظ الكامل للكالسيوم مع معظم المعادن مابين ٨٠، ٩٠٪.

جدول (٧): مدى الفيتامينات والمعادن في الـ *Phaseolus vulgaris*.

المكون[أ]		طازج	مطبوخ	المكون[أ]		طازج	مطبوخ
ثيامين	(مجم)	١,٣٢–٠,٨١	١,٠٦–٠,٦٤	بوتاسيوم	(جم)	١,٧٨–١,٣٢	١,٧١–١,١٠
ريبوفلافين	(مجم)	٠,٤١١–٠,١١٢	٠,٢٤٦–٠,٠٨٦	كالسيوم	(جم)	٠,٢١–٠,٠٧	٠,٧٠–٠,٢٦
نياسين	(مجم)	٣,٢١–٠,٨٥	١,٩٦–٠,٥٩	مغنسيوم	(جم)	٠,٢٣–٠,١٦	٠,٢٢–٠,١٣
فيتامين ب٦	(مجم)	٠,٦٥٩–٠.٢٩٩	٠,٥١٥–٠,٢٠٠	خارصين	(مجم)	٦,٥–١,٩	٤,٠٠–١,٩٠
حمض فوليك	(مجم)	٠,٦٧٦–٠,١٤٨	٠,٥٢١–٠,٠٨٨	منجنيز	(مجم)	٢,٠٠–٠,١٦	٢,١–١,٠
فسفور	(مجم)	٠,٥٧–٠,٣٨	٠,٥١–٠,٣٦	نحاس	(مجم)	١,٤٠–٠,٥٠	١,١٠–٠,٥٠
صوديوم	(مجم)	٢١,٠–٤,٠	٦,٩–١,٥	حديد	(مجم)	٨,٠٠–٣,٣٤	٧,٩٣–٢,٨٨

أ : لكل ١٠٠ جم على أساس الوزن الجاف.

تأثير الطبخ على مضادات المغذيات

effects of cooking on antinutrients

يثبط الطبخ العوامل الحساسة للحرارة مثل مثبطات التربسين والكيموتربسين والمواد الطيارة مثل يد ك ن والنكهات غير المرغوبة الطيارة ولكن العوامل الثابتة للحرارة مثل الأستروجينات والصابونينات وعوامل إنتفاخ البطن flatulence والليسيوالانين والأمينوجينات قد لاتنقص جوهرياً أثناء المعاملة واللكتينات كانت ثابتة للحرارة ولم تهدم تماماً.

كما أن التسخين قد يثبط بعض الإنزيمات الداخلية مثل الليبوكسيجيناز والذى هو مسئول -جزيئاً- عن أكسدة الدهون وهذا يُنتِج مركبات غير مرغوبة لها نكهة شديدة. كما يحدث نقص في عديد الفينولات في الفاصوليا الحمراء والسوداء والبيضاء من *Phaseolus vulgaris* بمقدار ٣٠ – ٤٠٪.

كما أن الطبخ في الماء يؤدى إلى حلمأة سريعة للمركبات السيانوجينية و يد ك ن HCN المطلق يفقد بالتطاير.

وتثبيط التربسين ثم هدمه بالحرارة (الجدول ٨).

جدول (٨): هدم وتثبيط التربسين في الفاصوليا الجافة بالحرارة.

البقول	المعاملة الحرارية	الخفض في مثبط التربسين (٪)
الفاصوليا البحرية	تحميص جاف لمدة ٢٠–٢٥ ثانية على ١٩٦–٢٠٤°م	٧٥,١
	والأوتوكلاف على ١٢١°م لمدة ٣٠ ق.	١٠٠,٠
روتشينا ج٢	الطبخ على ٩٧°م ، ٣٠ ق.	٩٥,٥
	في الأوتوكلاف ١٢١°م لمدة ١,٥ ق.	١٠٠,٠
الشمالي العظيم	الطبخ السريع (١٥ ق طبخ)	٨٧,٧
فاصوليا الكلوة	الطبخ السريع (١٥ ق طبخ)	٨٨,٦
فاصوليا بنتو	الطبخ السريع (١٥ ق طبخ)	٩٢,١

والطبخ السريع للفاصوليا يهدم مثبطات الإنزيمات البروتيولوتية.

واللكتينات تثبط على ٩٠°م لمدة ٥ ق والخفض فى الفيتات وبضع السكريات بعد النقع فى ماء مقطر والطبخ لمدة ٩٠ ق على ١٠٠°م كان ٥٦,٨ – ٧٤,١٪ بينما خفض بضع السكريات من عائلة الرافينوز كان من ٧٠,٢٦ إلى ٨٠,٣٧٪ حيث رمى كل من ماء النقع والطبخ. والقيم المقابلة لفاصوليا الطبخ السريع كانت ١٣,١ – ٣١,٣٪ و ٤٣,٩٢ – ٦٤,٢٥٪ بالتتابع. ويجب مراعاة أن المعاملة الحرارية تؤثر على بعض وظائف البروتينات مثل ذوبان البروتين.

الإنبات germination

المُنبتَات تحتوى مستويات أعلا جوهرياً من الفيتامينات عن البذور الجافة وهى تعطى كميات من حمض الأسكوربيك فيتكون فيها حمض الأسكوربيك والثيامين والريبوفلافين والكاروتين والكولين والتوكوفيرول وحمض البانتوثينيك وحمض الفوليك والبيوتين والنياسين والبيريدوكسين واللينوسيتول وفيتامين ك. فتحتوى على ٥٠ مجم حمض أسكوربيك/١٠٠جم. كما أن مضادات المغذيات تقل.

التخمر fermentation

تتحسن القيمة الغذائية والخواص العضوية الحسية بالتخمر.

التعليب canning

تحضر كثير من منتجات الـ *Phaseolus vulgaris* معلبة فى ماء أو مأج أو محاليل سكرية أو صلصة طماطم أو مخلوطة بخضروات أخرى. وعادة يُفقَد أكثر من الفيتامينات أثناء التعليب نظراً للمعاملة الشديدة. كما أنه يؤثر على مضادات المغذيات مثل حمض الفيتيك والتانينات وبضع السكريات المنتجة للإنتفاخ.

التحميص

تقل المعلومات عن تأثير الحرارة الجافة ولكن أنظر: حمص

إستخدامات الأغذية

توجد البقول الجافة كبقول جافة ومعادة التحمير ومعلبة فى مأج أو مع لحوم أو مع خضروات أخرى ومجمدة. وهى تطبخ وتثبت وتخمر وتخبز وتحمص. وهى تستهلك مع الحبوب أو منتجات الألبان.

إنتاج الخضروات ومعزولات البروتين

تحتوى على خطوات: ١- الفصل الفيزيقى للبروتين. ٢- ذوبان البروتين فى مذيبات مناسبة. ٣- إرتباطات مابين الطرق السابقة.

والتذويب فى القلويات قد يحدث تغيرات فى بعض الأحماض الأمينية فتهدم بعضها أو يروسم racemization البعض الأخرى أو تكون مكونات جديدة مثل تكوين الليسينوالانين lysinoalanine الذى يمكن أن يكون ساماً. أو يحدث تجمع فى البروتينات فيقل ذوبانها. كذلك قد تؤثر على العوامل المضادة للمغذيات مثل الملزات النباتية والتانينات والفيتات

ومثبطات البروتياز وكذلك بضع السكريات من عائلة الرافينوز المسئولة عن إنتفاخ البطن/إنتاج الغازات.

ويمكن خلط المعزولات والمركزات البروتينية من الـ *Phaseolus* مع الحبوب أو الخبز أو البسكويت أو العجائن الغذائية أو سجق اللحوم ولكن المشكلة هي النكهة البقولية beany flavor وكذلك ربما ظهر التزنخ ولو أن الدهن لايتجاوز ١-٣٪.

(Salunkhe, Sathe & Deshpande)

والأسماء: بالفرنسية haricot، وبالألمانية Bohnen، وبالإيطالية fogiuoli/fogolini، وبالأسبانية hobas.

(Stobart)

فاصوليا الليما lima beans

الإسم العلمى *Phaseolus lunatus* L. / *Phaseolus limensis* Macf. / *Phaseolus inamaenus* L.

الفصيلة/العائلة: القرنية Leguminosae

بعض أوصاف

هناك نوعان من فاصوليا /الليما: كبيرة حجم البذور *Phaseolus limensis* وصغيرة حجم البذور *Phaseolus lunatus* ولكن كثير من البحاث دمجوهما سوياً فى *Phaseolus lunatus*.

وهى إما كل سنتين أو سنوية، وتظهر تغييرات كبيرة فى شكل الكرم والقرون والبذور. والأصناف العمودية pole types عادة كل سنتين طويلة ولها جذر وتدى كبير أما أنواع الشجيرات فهى عادة سنوية وقصيرة والأوراق ثلاثية وكثيراً ماتكون ذات شعر على السطح السفلى والقرون بيضاوية وعادة منحنية مع منقار حاد وزغبة إلى حد ما وتحتوى ٢-٦ بذور تختلف فى الحجم والشكل واللون ولكنها عادة مقسمة إلى بذور صغيرة أو كبيرة.

التكوين الكيماوى

تتكون من: رطوبة ٢,١ - ٨,٥٪ ورماد ٣,٤ - ٤,٠٪ وبروتين ١٧,٩ - ٢١,٢٪ ودهن ١,٠ - ٢,١٪ وألياف ٣,٥ - ٦,٣ وكربوايدرات ٦٧,٥ - ٧٤,٢٪ وتمثل القشرة ٧٪ من البذرة وهى تحتوى على نسب أعلا من الألياف الخام والكالسيوم.

البروتين protein

الجلوبيولونات تسود وهى إما α أو β ونسبة الألبيومين بسيطة.

تكوين الأحماض الأمينية

تتراوح نسبة الأحماض الأمينية كالآتى: أحماض أمينية كبريتية ١,٩ - ٢,٢ وتيروسين ١,٣ - ١,٧ وليسين ٧,٤ - ٩,٥ ولوسين ٧,٢ - ٨,٩ وأيزولوسين ٤,٠ - ٤,٩ وأحماض أمينية حلقية ٤,٨ - ٨,٦ وفالين ٣,٨ - ٥,٣ وثريونين ٣,٧ - ٤,٩ جم/١٦جم ن.

قيمة البروتين protein quality

تراوحت نسبة كفاءة البروتين للأصناف المزروعة مابين ١,٤١ - ٣,٨٠ وقد أفادت إضافة الميثيونين، وأحسن إضافة كانت دقيق القمح.

الكربوايدرات carbohydrates

النشا starch

أظهرت دراسات الاليكترون المجهرى الماسح (أ.ج.م scanning electron microscopy SEM) أن حبيبات النشا بيضية وبها أخاديد ضحلة أو عميقة ولها سطح ناعم وقد وجد أنها تحتوى ٣٣,٨ - ٣٤,٠٪ أميلوز ودرجة حرارة تجلتن النشا كانت مابين ٧٠ - ٨٥°م وتركيب النشا يوجد فى جدول (١).

جدول (١): تكوين (٪) أجزاء النشا والدقيق فى فاصوليا الليما.

العينة	بروتين خام	دهن خام	ألياف خام	رماد	نشا
دقيـــق	٢٣,٠	٠,٩	٥,٠	٤,١	٤٥,٥
جزء النشا	١٣,٩	٠,٧	٥,٨	٢,٦	٦١,١

السكريات sugars

السكريات البضع المسببة للإنتفاخ توجد بكميات كبيرة نسبياً فى فاصوليا الليما (جدول ٢).

جدول (٢): تكوين الكربوايدرات فى فاصوليا الليما.

المكون	المدى	المكون	المدى
كربوايدرات كلية	٦١,١-٦٤,٠	سكريات كلية	
أميلوز	٣٣,٨-٣٤,٠	رافينوز	٠,٢٠
ألياف خام	٤,٣-٧,٤	ستاكيوز	٠,٥٩
		فرباسكوز	-

وفاصوليا الليما بها كميات كبيرة من الألياف الخام وبعض المواد البكتينية التى تؤثر على جودة الطبخ.

الدهون lipids

تحتوى فاصوليا الليما على ٠,٩ - ٢,١٪ دهون ويوضح الجدول (٣) تكوين الأحماض الدهنية.

جدول (٣): تكوين الأحماض الدهنية فى فاصوليا الليما.

الحمض الدهنى	٪	الحمض الدهنى	٪
مشبع		غير مشبع	
بالمتيك	١٩,٨٦	أولييك	٩,٢٢
ستياريك	٢,١٣	لينولييك	٣١,٢١
المجموع	٢١,٩٩	لينولينيك	١٤,٨٩
		المجموع	٥٥,٣٢

ومن الجدول يتضح أن حمض اللينولييك هو الحمض السائد.

المعادن والفيتامينات

تحتوى فاصوليا الليما الصغيرة على ٢,٢٧مجم/١٠٠جم نياسين و ٠.٤٩مجم/١٠٠جم ثيامين و ٠,١٧مجم/١٠٠جم ريبوفلافين بينما فاصوليا الليما الكبيرة تحتوى على ١,١٠ مجم/١٠٠جم نياسين و ٠,٥٥ مجم/١٠٠جم ثيامين و ٠,٠٩ مجم/١٠٠جم فولاسين. ويعطى الجدول (٤) محتوى المعادن فى فاصوليا الليما.

جدول (٤): محتوى المعادن فى فاصوليا الليما.

العينة	المعدن (مجم/١٠٠ جم)								
	كا	نح	ح	مغ	من	فو	بو	ص	خ
ليما صغيرة									
خـــام	٧٨	٠,٦٤	٦,٧٧	١٦٤	-	٣٩٩	-	-	٢,٤٥
مطبوخة	٧٦	٠,٦٤	٦,٧٩	١٦٤	١,٦٤	٣٩٧	١١٥٨	٣.٧٦	٢,٤٢
ليما كبيرة									
خـــام	٥٧	٠,٨٥	٨,٠٩	١٨٤	-	٤٢٧	-	-	٢,٨٣
مطبوخة	٥٧	٠,٨٤	٨,٢٨	١٨٣	١,٨٥	٤٤٠	١٦٣١	١.٩٠	٢.٨٣

ومعظم الفوسفور يوجد على هيئة فيتات.

العوامل المضادة للمغذيات
antinutritional factors

حدث تغير كبير في مثبط التربسين من ٤٧,٥ إلى ٩٤,٥ وحدة مثبط تربسين/مجم أما للبكتين فقد وجد أنه بروتين كربوايدراتي. وبالنسبة لحمض الأيدروسيانيك فالفاصوليا الليما تحتوى الجليكوسايد فاصوليوناتين السيانوجيني cyanogenic glycoside phaseolunatin وعلى الإنزيم ليموزاز limosase والذي يحلمئه في وجود رطوبة/ماء إلى حمض أيدروسيانيك وأسيتون وجلوكوز وتركيز الجلوكوسيداز المحرر بالحلمأة يختلف من ١,٠٦ إلى ٣,٠ مجم/١٠٠جم وقد وجد أنه لايوجد إرتباط مابين لون البذرة والسيانور. والأصناف المزروعة تحتوى ١-٨ جزء في المليون مما يجعلها في المدى المسموح به (١٠ – ٢٠مجم/١٠٠جم). والتحميص والغلي والتخمير يهدم تماماً الإنزيم ويجعل البقول صالحة لإستهلاك الإنسان.

المعاملة processing

التعليب canning

تغسل الفاصوليا الليما وتفرز وتدرج بالحجم ثم تسلق في ماء ساخن على ١٩٠ – ٢٠٠°ف والوقت يعتمد على نضج البقول ويختلف من ٢ – ٣ق للصغيرة و٧ – ٨ق للأكثر نضجاً والجَشِبَة. ثم تملأ ساخنة في علب ويضاف ٢٪ مأج ساخن وتعامل على ٢٤٠°م لمدة ٣٥ق للعلب الصغيرة على هذه الدرجة إذا كانت درجة الحرارة الأصلية ١٤٠°ف أو أكثر وللعلب الكبيرة ٢٤٠°ف لمدة ٥٠ – ٥٥ق وليس من الضروري خلخلة العلب الصغيرة إذا أضيف المأج ساخناً ولكن العلب الكبيرة تمرر في صندوق به بخار. وبعد المعاملة تبرد العلب بالماء إلى ٩٥ – ١٠٥°ف.

التجميد freezing والتجفيف

تعبأ في كراتين وتجمد. أما الفاصوليا الليما المجففة فتعامل بمحلول ١,٥٪ كبريتيت رقم جيد له ٧,٢ للمحافظة على اللون ثم تجفف على درجة حرارة ١٢٠°ف لمدة ١٢ق ثم تعبأ تحت فراغ في علب غير مورنشة.

تعليب الفاصوليا المجففة

تنقع الفاصوليا في ماء حتى تمتص تقريباً ١٠٠ – ١١٠٪ من وزنها الجاف في حوالي ١٠ – ١٦ ساعة ثم تسلق ٥-١٥ق على ١٩٠ – ٢١٢°ف والزمن يختلف بالنسبة لطبيعة البقول. ثم بعد السلق مباشرة تغسل الفاصوليا في ماء بارد وتعبأ في علب مغطاة بمأج ٢٪ ملح. وفي بعض المصانع يضاف ٢-٣٪ سكر. وقد يضاف كمية صغيرة من الكاراميل أو لون برتقالي مسموح به. ويضاف أيضاً أحياناً كا كل٢ لمنع نض النشا في سائل التعليب ثم تعامل العلب ٤٠ – ٥٠ق على ٢٤٠°ف تبعاً لجودة الفاصوليا. وبعد المعاملة مباشرة فالعلب تبرد بالماء حتى تصبح درجة الحرارة المتوسطة لمحتويات العلبة ٩٥ – ١٠٥°ف. ويستحسن إستخدام علب معاملة بلك يمتص الكبريت للمساعدة في تأخير تغير اللون. وإذا أستخدمت العلب بدون

ورنيش فإن المنتج يكون له عمر رف محدود نظراً لتحول اللون إلى الرمادى وكذلك السائل.

وقد وجد أن إضافة ٣ أجزاء فى المليون أيدروكسى التولوين البيوتيلى butylated hydroxy toluene يساعد فى المحافظة على النكهة.

الطبخ cooking

فاصوليا الليما (الجافة) تطبخ فى ماء مغلى حتى تصبح طرية (الجدول ٥) وينتج عن الطبخ فقد فى المعادن وتأخذ وقتاً طويلاً. وقد تم تطوير طريقة لعمل فاصوليا ليما سريعة الطبخ quick-cooking lima beans بإستخدام إرتباطات كلوريد الصوديوم وعديد فوسفات الصوديوم وبيكربونات الصوديوم وكربونات الصوديوم فى ماء النقع مع إستخدام معاملة بالفراغ متقطعة. وقد ساعدت الطريقة على إنتشار محلول الملح خلال سرة وتشققات فى الطبقة الخارجية الكارهة للماء من غطاء البذرة فالغشاء الداخلى تَأَدْرَتَ بسرعة بعد تبليله بالمحلول وبذا تلدن غطاء البذرة مما سبب تمدده إلى أقصاه خلال بضعة دقائق. والفلقات محصورة فى وسط الأدرتة المتماثل فشربت المحلول الطرى بسرعة وإمتلأت لتملأ غطاء البذرة. واحتاجت البذور سريعة الطبخ إلى وقت أقل فى الطبخ (جدول ٦).

ولم تتأثر القيمة الغذائية كثيراً بالطبخ (جدول ٧).

مسحوق الليما

تنقع الليما فى الماء وتطبخ ثم يعمل منها هريس قبل تجفيفها على إسطوانات إلى محتوى رطوبة ١٠٪ ثم تجفف إلى ٤ – ٥٪ فى مجفف تحت فراغ ثم يحفظ المسحوق تحت نتروجين فى علب مقفلة.

جدول (٥): التكوين التقريبى لفاصوليا الليما الخام والمطبوخة.

المكون	فاصوليا الليما الصغيرة		فاصوليا الليما الكبيرة	
	خام	مطبوخة	خام	مطبوخة
الماء (٪)	١٣,٣	٦٩,٥	٨,٩	٧١,٠
الطاقة (سعر/١٠٠جم)	٣٣٠	١١٧	٣٤٤	١١٠
بروتين٪ (ن×٦,٢٥)	٢٠,٤	٧,٦	٢٢,٣	٧,٧
دهن ٪	٠,٨	٠,٤	٠,٨	٠,٣
ألياف خام ٪	٦,٠	٣,٧	٧,٤	٣,٣
كربوايدرات كلية ٪	٦٢,١	٢١,٥	٦٣,٨	١٩.٩
رماد ٪	٣,٤	١,٠	٤.٢	١,١

جدول (٦): وقت الطبخ لفاصوليا الليما العادية وسريعة الطبخ.

البقل	وقت الطبخ فى الماء المقطر (ق)		
	العادية [أ]		سريعة الطبخ
	غطاء البذرة	الفلقات	
فاصوليا ليما كبيرة	٨٠	٢٧	٢٥ [ب]
فاصوليا ليما صغيرة	٦٥	٣٥	٢٥ [ب]

أ : مؤدرتة لمدة ١٦ ساعة فى ماء مقطر على ٧٠°م.

ب : النقع لمدة ٦ ساعات فى وسط الأدرتة على ٧٠°م.

جدول (٧): التكوين الكيماوى لفاصوليا الليما العادية وسريعة الطبخ.

المكون		العادية	سريعة الطبخ
بروتين	٪	٢٠,٨٠	٢٠,٤٠
الدهن	٪	١,٩٠	١,٥٠
ألياف	٪	٧,٤٠	٥,٩٠
رماد	٪	٤,٩٠	٥,٣٠
كربوايدرات	٪	٦٥,٠٠	٦٤,٩٠
فسفور	مجم/١٠٠ جم	٣٧٠	٤٥٠
مغنسيوم	مجم/١٠٠ جم	١٥٠	١٢٠
كالسيوم	مجم/١٠٠ جم	٤٠	٣٠
حديد	مجم/١٠٠ جم	٩	٨
ثيامين	مجم/١٠٠ جم	٠,٥٥	٠,٦٠
نياسين	مجم/١٠٠ جم	١,١٠	١,٧٠
فولاسين	ميكروجرام/١٠٠ جم	١٠٠	١٠٠

معزولات البروتين protein isolates

تحضر بإستخراج مسحوق فاصوليا الليما الجاف بواسطة محلول منظم من الفوسفات ٠,١ جزيئى على رقم جـيد ٧,٢ والمستخلص يطرد مركزياً لإزالة النشا والمواد غير الذائبة الأخرى ويُحَمَضْ إلى جـيد ٥,٠ بواسطة حمض فوسفوريك ٠,٢ جزيئى ثم يسخن إلى ٢١٢°ف لمدة ١٠ ق لتجميع البروتينات وتثبيط مثبط التربسين ثم يعدل جـيد خثرة البروتين إلى ٦,٤ بواسطة محلول أيدروكسيد الصوديوم قبل تجفيدها إلى حوالى ٨,٦٪ ماء.

الإستخدام

تؤكل هذه البقول مغلية ومحمرة فى الزيت أو مخبوزة. وهى تستخدم لإنتاج دقيق غنى فى البروتين أو لتغنية الخبز. وتستخدم فى اليابان لإنتاج عجينة. وهى تستخدم فى آسيا أحياناً فى الطب التقليدى.

(Salukhe, Reddy & Kadam)

فطر

الفطر فى الغذاء fungi in foods

مملكة الفطر تشمل كائنات ذوات نوية محاطة بغشاء/كائن سوى النواة eukaryotic لها مدى من خمائر مجهرية وحيدة الخلية إلى عفن moulds متعدد الخلايا إلى عيش الغراب الكبير. والفطر كائنات شاذة/غير ذاتى التغذية heterotrophic يحصل على غذائه بالإمتصاص ويتطلب مركبات عضوية للطاقة والكربون. وبخصوص أمان الغذاء وفساد الغذاء بالفطر فإننا نختص أساساً بالعفن molds والخمائر yeasts.

العفن molds

العفن molds كائنات سوية النوى، متعددة الخلايا، متعددة النويات، خيطية تنمو ككتل مضمومة، مجدولة، متفرعة، خيطية وتشبه الشعر. وكائن العفن الكلى يمكن أن ينمو غالباً إلى حجم مجهرى كبير يرى بالعين بغير مساعدة. وعلى ذلك فالعفن ليس كائنات مجهرية حقيقية ولكن أجزاء من تركيب العفن مجهرية فى الحجم. ويرمز إلى العفن أحياناً بأنه فطر صغير microfungi لأنها أصغر كثيراً مما يسمى فطر كبير macrofungi مثل عيش الغراب mushrooms. وكل خيط فى العفن يسمى خيط فطرى hyphae (single: hypha) وكتلة من

هذه الخيوط المتفرعة تكون مستعمرة عفن أو جزء من نمو عفني تسمى غزل فطرى mycelium أو الجمع غزلات فطريات mycelia والخيط الفطرى hyphae قد يكون مدفوناً أو ينمو في مادة الغذاء. والخيط الفطرى المدفون وقد يسمى خيط فطرى نباتي يخدم في إرساء العفن في مادة التفاعل ويأخذ المغذيات والماء بالإمتصاص فهي تشبه جذور النبات. والخيوط الفطرية التي تنمو على مادة التفاعل - وهي الجزء المرئي من العفن - تسمي خيوط فطرية هوائية أو خصبة aerial or fertile hyphae وتسمى خصبة لأنها تعطي تركيبات توالدية/تكاثرية/تناسلية reproductive تعرف بإسم كونيديا ("بوغ فطرى" يكثر في الزقيات ويقوم على جهاز بوغي خاص) conidiophores أو حامل الحافظة البوغية sporangiophore والذى ينتج ملايين الجراثيم كونيدياً (أبواغ فطرية) conidiospores أو كونيديا conidia أو حافظة الأبواغ sporangiospores أو sporangia.

والأبواغ الفطرية conidiospores تنتج حرة بواسطة خلايا خاصة على نهاية بوغ فطرى خاص حامل البرهمة conidiophores ولاتقفل في أي نوع من التركيب. والأبواغ الفطرية conidia مجهرية الحجم خفيفة الوزن جداً وجافة جداً والأبواغ الفطرية conidia ليست سهلة الإبتلال وهي هيدروستاتية hydrostatic تميل إلى وتسلك مسلك جسيمات البناء وعلى ذلك فهذه الجراثيم تنتشر خلال الهواء وتنتقل بتيارات الهواء إلى سطوح جديدة ومواطن جديدة. وإذا وقفت حيث الظروف مناسبة للنمو فإنها سرعان ماتنبت وتبتدىء في تكوين مستعمرة عفن mold جديدة.

وحامل الحافظة البوغية sporangiophore هي جراثيم تنتج في تركيبات مقفلة تشبه المكبس تسمى حافظة الأبواغ sporangium على نهاية حافظة الأبواغ sporangiophore وهذه الجراثيم تطلق في الهواء عندما تتمزق حافظة الأبواغ sporangium والأبواغ الفطرية conidia وحافظة الأبواغ sporangium شائعة في العفن الموجود في الغذاء. وبالإضافة فإن العفن يمكن أن يكون أنواعاً أخرى من الجراثيم مثل أبواغ مفصلية arthropores تنتج عن تجزىء الغزل الفطرى mycelia المفصولة بحجاب أو غشاء septate، وأبواغ كلاميدية clamydospores والتي تنتج من جدار سميك يتطور حول خلايا الغزل الفطرى mycelial cells. وهذه الجراثيم يشار إليها بأنها جراثيم غير جنسية asexual أو أنها تكونت بطرق غير جنسية وبدون تبادل أي مادة وراثية بواسطة عفنين مختلفين. وكثير من العفن المهم في الغذاء يتكاثر بهذه الطريقة بدون مراحل جنسية في دورة حياتها وتوضع في مجموعة تعرف بإسم الفطر غير الكامل Fungi Imperfecti وهذا عفن دورات الجنس فيه غير معروفة.

وبعض العفن الهام في الأغذية يتوالد بواسطة طرق جنسية بجانب الطرق غير الجنسية فهي تكون بعمليات جنسية أنواعاً أخرى من الجراثيم وتشمل البوغ الزقي ascospore والبوغ اللاقمي zygospore وهذه يشار إليها بأنها

عفن "كامل perfect" أو العامل أو الحالة teleomorphic. والبوغ الزقى ascospores تتكون عادة فى نوع تركيب مقفل ويشبه الكيس يوجد تحت فى كتلة الغزل الفطرى mycelium وهذه التركيبات تعرف بإسم الزق asci (المفرد ascus) والزق asci تقفل فى جسم ثمرى يسمى الثمرة الزقية ascocarp والثمرة الزقية التى هى كروية أو فى شكل القارورة والتى ليس لها أى فتحات تعرف بإسم غير متفتحة cleistothecium والثمرة الزقية ascocarp ذات الفتحة ostiole تسمى حاملة الزقاق perithecium. والثمرة الزقية ascocarp التى لها شكل الطبق أو شكل الكوب والتى هى مفتوحة تعرف بإسم وعاء الأبواغ apothecium. والبوغ اللاقمى zygospore يتكون عندما يأتى طرفا خيطين فطريين hyphae معاً وتلتحم مكوناتهما. والبوغ اللاقمى يتطور إلى تركيب ثخين الجدار بين طرفى الخيط الفطرى وكل الجراثيم الفطرية تنتج عن إلتحام نواتين أحاديتى الصبغات two haploid nuclei.

الوجود occurrence

العفن موجود فى كل مكان والموطن الطبيعى لمعظم العفن molds هو التربة حيث ينمو ويكسو المادة النباتية المتعفنة. والعفن يعفن الخشب والأوراق والأشياء العضوية الأخرى وهى تكون جراثيمها والتى تنشرها تيارات الهواء عندما يكون هناك مادة عضوية متعفنة فى منطقة فغالباً مايكون هناك أعداد كبيرة من جراثيم العفن فى جو المنطقة. ومعظم المواد النباتية يكون لها فلورا دقيقة تشتمل على جراثيم العفن mold. ومن بين المواد النباتية الحبوب والبذور وبعضها مستعمرة بالعفن الأبيض وهو لازال فى الحقل ويمكنها النمو داخل البذرة تحت الظروف المناسبة فالعفن مُلَوِث لمواد الغذاء والعلف ويوجد خلال البيئة.

متطلبات النمو growth requirements

العفن يستطيع تحمل الظروف الصعبة ويتعود على ضغوط شديدة عن أكثر الكائنات الدقيقة. وهو يتطلب رطوبة متاحة للنمو أقل من البكتيريا والخميرة ويمكنه النمو على مواد تحتوى سكر أو ملح لاتستطيع البكتيريا تحملها وهو ينمو على مواد أكثر جفافاً عن تلك التى تنمو عليها البكتيريا ويعيش فى بيئات مجففة ويمكنه التحمل والنمو فى تركيزات عالية من الحمض وعلى مدى متسع من جيد (٢,٠ - ٩,٠) ولما كان العفن أبطأ نمواً عن البكتيريا والخميرة فإن الظروف الجافة أو الحمضية التى تثبط نمو هذه الكائنات خاصة البكتيريا تساعد على نمو العفن فإذا منع نمو البكتريا التنافسى بواسطة الرطوبة المنخفضة أو جيد المنخفض فإن نمو العفن يتعزز. وعلى ذلك فنمو العفن فى الحبوب وعلف الحيوانات الذى نسبة الرطوبة فيه منخفضة قد يحدث إذا لم تكن نسبة الرطوبة منخفضة جداً. وبعض العفن يستطيع الحصول على الرطوبة من الجو وكذلك من تنفس الكائنات الأخرى مثل الحشرات ويبتدىء فى النمو على مستويات منخفضة جداً من الرطوبة وإذا إبتدأ

العفن فى النمو فإنه غالباً يستمر ويغذى بالرطوبة المطلقة خلال تنفسه.

ومعظم العفن عالى الهوائية أى أنها تتطلب أكسجيناً للنمو ووجود الأكسجين بكمية كافية يعزز نموه. بينما ثانى أكسيد الكربون يثبط نمو العفن وإذا كان تركيز ك أ٢ عالى جداً فإنه يمنع نمو العفن تماماً وبعض العفن مهيأ أكثر للنمو على تركيزات عالية من ثانى أكسيد الكربون كما أن العفن ينمو على مدى متسع من درجات الحرارة ولكن معظمه له درجة حرارة مثلى مابين ٢٥ و ٣٥°م ونموه سريع خاصة تحت ظروف من درجة حرارة عالية ورطوبة عالية. وبعض العفن يمكن أن ينمو على درجات حرارة صفر - ٥°م وبعض الأنواع تنمو تحت التجميد مباشرة. وبعضها على درجات حرارة عالية حتى أعلا من ٦٠°م.

والعفن له متطلبات غذائية بسيطة وهو يستطيع إستخدام مدى من المواد العضوية من بسيط إلى معقد متطلباً أساساً مصدراً للكربون ونتروجين غير عضوى بسيط ويمكنه تكوين فيتاميناته وعوامل نموه. وكذلك يمكنه إستخدام مصادر كربونية بسيطة مثل الجلوكوز والسكريات الأخرى وكذلك الكربوايدرات المعقدة مثل النشا والسيليولوز. كما يمكنه إستخدام النتروجين غير العضوى فى صورة نترات وأملاح الأمونيوم ومواد عضوية مثل البروتينات والأحماض الأمينية النووية. ولأن العفن يمتلك عدداً من الإنزيمات المحلمئة فهو يستطيع تمثيل وإستخدام عدداً متسعاً جداً من المواد. وعلى ذلك فمعظم المواد العضوية عرضة للهدم بالعفن إذا كانت ظروف الرطوبة ودرجة الحرارة تسمح.

العفن وفساد الأغذية
molds & food spoilage

العفن كفء جداً فى تحويل المغذيات إلى مواد خلية وكتلة حيوية من الغزل الفطرى mycelium فإذا كانت مادة مكونة من مغذيات بكميات متوسطة فإن معظم المادة يتحول إلى كتلة حيوية خلوية ومنتجات من الأيض الأولى لعمليات الحياه الضرورية. وإذا وجدت المغذيات فى كميات كبيرة أو زائدة فإن مختلف أنواع المنتجات المكسرة قد تفرز فى الوسط وإحتياطى التخزين من الكربوايدرات والدهون قد تتجمع فى الغزل الفطرى mycelia وعند نقطة معينة من دورة حياة العفن عندما يبطؤ النمو وتكون الظروف مناسبة فإن العفن قد يحول هذه الكربوايدرات والدهون إلى كحولات وأحماض عضوية ومركبات كيموحيوية متغايرة الدائرية heterocyclic وهذه العملية تعرف بإسم الأيض الثانوى secondary metabolism حيث أن الأيضات والمركبات المنتجة ليس لها غرض ظاهرى فى عمليات الحياة الضرورية. وهذه الأيضات الثانوية قد تتجمع فى المادة مسببة تكهات غير مرغوبة ومشاكل أخرى. والخيط الفطرى hyphae الخيطى للعفن مهيأ جداً للنمو على السطوح وخلال وداخل الثغور والمواد الصلبة. والخيط الفطرى hyphae يغطى مساحة سطح كبيرة بالنسبة للكتلة الحيوية للعفن لإفراز إنزيمات تكسر المادة إلى مغذيات متاحة والتى بدورها تمتصها الخيوط الفطرية hyphae مرة

أخـرى. والمغذيـات قـد تنقـل إلى أطـراف خيـط فطرى hypha تـام نشـط حيـث تسـتخدم للطاقـة ولإنتاج أيضات أولية وتكون سيتوبلازم جديد نشـط. وقد تسـتخدم المغذيـات للمحافظـة علـى النشـاط الخلوى أو تحـول إلى إحتياطى للتخزين الخلـوى وأيضات ثانوية.

وكنتيجة للنشاط الأيضي للعفن فى مادة قد يحدث عدد مـن التتابعات - مرغوبة أو غير مرغوبة - فإذا كـانت مـادة التفـاعل غـذاءاً أو علـف حيـوان فـإن النشاطات الكيموحيوية للعفن قد ينتج عنها تدهـور وفساد عندما تتكسر مادة التفاعل وينتـج منتجـات ثانوية تتجمع مما يسبب نكهات غير مرغوبة وفقد فـى المـادة الجافـة والمغذيـات ومشـاكل أخـرى وخاصة فى المواد الأكثر جفافاً مثل الحبوب وعلـف الحيوان فإن هـذا التدهـور ينتج عنه فساد. وبعض الأيضات الثانوية لبعض العفن مركبات سامة للإنسان والحيـوان وهـذه المـواد السـامة تعـرف سـوياً بإسـم سموم فطرية mycotoxins.

ضبط العفن من خلال المعاملة والتخزين
control of mold through processing & storage

يتـأثر نمـو العفن بعـدد مـن العوامـل مـن بينهـا الجـو ومحتـوى الرطوبـة والرطوبـة النسـبية ودرجـة الحرارة وتنافس الكائنات الدقيقة والمواد الكيماوية فـى مـادة التفاعل. ولمـا كـان العفـن متحمـل جـداً للظروف الحمضية وله متطلبات غذائية قليلة فإن الـ pH ومحتـوى المغذيـات فـى المـادة لايمكـن أن تستخدم للتأثير بـأى مـدى جوهـرى علـى قابليـة العفن للنمو.

والرطوبـة ودرجـة الحـرارة همـا غالبـاً العـاملان الحرجـان اللـذان يؤثـران علـى نمـو العفـن واللـذان يمكـن إسـتخدامهما كعوامـل ضبـط ومـن الصعـب مناقشة واحد دون الآخر. ومحتـوى الرطوبـة للمـادة أقل معنى فى فهم تأثير المـاء علـى نمـو العفـن عن نشـاط المـاء (نم a_w). فنشـاط المـاء أخـذ مكـان الرطوبـة كـالتعبير الأكـثر نفعـاً لإتاحـة المـاء لنمـو الكائنات الدقيقة. و نم a_w للمـادة تعرف بأنها نسبة ضغط البخار للمادة إلى ضغط بخار الماء النقى.

و نم a_w للماء النقى هـو ١,٠ وعلـى ذلـك فـ نم a_w لأى مـادة هـى أقـل مـن ١,٠ . و نم a_w هـى مقيـاس لكميـة المـاء غـير المرتبـط بالمـادة والـذى يتـاح للكائنات الدقيقة لنموها وكلمـا إنخفضـت نم a_w فإن ماء أقل يصبح متاحاً للعفن للنمـو. وبجانـب ذلك فإن نم a_w للمـادة تتأثر بنسبة الرطوبـة (ن.ر RH) للبيئـة التـى توجـد فيـها المـادة وتشـير نسـبة الرطوبـة إلى الجـو المحيـط بالمـادة. و نم a_w خاصية للمادة ومحتواها الرطوبى وفـى نظـام مغلـق نم a_w للمادة و ن.ر RH للجو المحيط يكونان فـى تـوازن وتحـت ظروف التـوازن فـإن نم a_w للمـادة تساوى ن.ر RH للجـو المحيـط مقسـوماً علـى ١٠٠ وعلى ذلك فإن المحتوى الرطوبـى النـهائى للمـادة أى للغذاء أو لعلف الحيوان يتوقـف علـى المـادة ويصل إلى الإتزان مع ن.ر RH للجـو الـذى هـى معرضة له.

والظروف مثل رطوبة مرتفعة أو بيئة صغرى متأثرة بتنفس حشرة يمكن أن يؤثر على نم a_w لجزء صغير من مادة تفاعل إلى أن يرتفع إلى مستوى يسـمح بنمو العفن. وعندما يبتدىء النمو فإن تنفس العفن

يساهم فى زيادة نم a_w لمادة التفاعل المحيطة وبهذه الطريقة فإن نمو العفن قد يصبح عملية تحافظ على نفسها وتمتد مع النمو الذى يصبح أكبر وهذا مايسبب "البقع الساخنة hot spots" فى كتلة الحبوب المخزنة فى العلف المخزن.

وأقل نشاط للماء لمجموعات عامة من الكائنات الدقيقة يعطى فى الجدول (١). والبكتيريا المحبة للملوحة halophilic والعفن المحب للجفاف xerophilic والخميرة المحبة للماء القليل osmophilic متعودة على النمو فى نشاط مائى منخفض جداً. ومعظم العفن المفسد والسام ينمو على نم a_w يتراوح بين ٠,٧٢ – ٠,٩٤ ويقف نمو العفن تماماً على نم a_w تحت ٠,٦٥ وهذا مساو لمحتوى رطوبى يبلغ ٢٠٪.

ودرجة الحرارة إذا كانت قريبة من درجة الحرارة المثلى لنمو العفن فإن مدى نم a_w الذى يمكن أن ينمو عليه العفن يكون أعلاه وعند أى درجة حرارة فإن مقدرة العفن على النمو تنقص عندما ينقص نم a_w. وبالعكس فإذا كانت نم a_w لمادة ما عالية فإن العفن يمكنه النمو على مدى أكثر إتساعاً من درجات الحرارة ويمكنه النمو على درجات حرارة أكثر إنخفاضاً.

كما تؤثر الغازات الجوية على نمو العفن –غير الرطوبة – فالعفن يتطلب أكسجيناً ويثبط بتركيزات متزايدة من ثانى أكسيد الكربون أو تركيزات متناقصة من الأكسجين من تلك الموجودة بالهواء. فتركيز ٤٠٪ ثانى أكسيد كربون فى الهواء يثبط نمو العفن ولكن تركيز ك أ٢ يجب أن يزيد إلى ٩٠٪ لتثبيط النمو تماماً. وبالمثل فإنقاص محتوى الأكسجين فى الهواء إلى أقل من ٢,٠٪ يثبط نمو العفن ولكن لمنع النمو تماماً فإن مستوى الأكسجين يجب أن يخفض إلى ٠,٢٪. وكذلك إحلال النتروجين محل الهواء يثبط نمو العفن والتخزين فى الجو المراقب (ج.ر CA) يسمح بتركيزات ١٠٪ ثانى أكسيد كربون و ٢,٠٪ أكسجين والذى يزيد من وقت إبتداء نمو العفن وينقص من كمية النمو.

جدول (١): أقل إحتياجات للكائنات الدقيقة من نشاط الماء (نم a_w).

الكائن الدقيق	أقل نم a_w
معظم بكتيريا الفساد	٠,٩٠
معظم خميرة الفساد	٠,٨٨
معظم عفن الفساد	٠,٨٠
البكتيريا المحبة للملوحة	٠,٧٥
العفن المحب للجفاف	٠,٦٥
الخميرة المحبة للماء القليل	٠,٦٠

ووجود كائنات دقيقة أخرى يميل إلى الحد من نمو العفن إذا كانت الظروف مناسبة لنمو الكائنات الدقيقة الأخرى. والبكتيريا والخميرة قادرة على نمو أسرع عن العفن ولذا تتعداه فى النمو فمثلاً النمو السريع للبكتيريا على اللحم الطازج هو غالباً السبب فى عدم رؤية الفطر إلا نادراً نامياً على هذه المواد. وبكتيريا حمض اللاكتيك تتنافس مع العفن وتحد من إنتاج الأفلاتوكسين. كما أن العفن يتنافس مع بعضه وتحت ظروف معينة فإن عفناً واحداً قد يمنع نمو عفن آخر أو قد يغير نظام نموه

وأيضه. والتنافس بواسطة البكتيريا والخميرة وبين أنواع العفن يتأثر بالبيئة الصغرى لمادة التفاعل. و $ن_م$ a_w و ن.ر RH ودرجة الحرارة لها تأثير على التنافس والنمو وتحدد أى الكائنات أو مجموعة من الكائنات تسود.

ويتأثر نمو العفن بالكيماويات فى مادة التفاعل التى بها مواد مضادة للكائنات الدقيقة أو مضادة للفطر وهذه الكيماويات قد تكون موجودة طبيعياً فى مادة التفاعل أو أنها قد تضاف بغرض الحفظ. والمواد الموجودة طبيعياً كحمض البنزويك فى قمام المناقع/أويسة cranberries ومكونات الزيوت الطيارة فى الأعشاب والتوابل قد تحد أو تمنع نمو الفطر. ونمو العفن قد يمنع فى الأغذية والعلف بإضافة مواد مضادة للفطر وهذه المواد قد تُكَون أحماضاً عضوية مثل أحماض السوربيك والبروبيونيك والبنزويك وغيرها أو أملاح هذه الأحماض أو مضادات حيوية مثل الفاتاميسين أو صبغات كيماوية مثل الجنشيان البنفسجى gentian violet – فى حالة علف الدواجن أو مضادات أكسدة أو إرتباطات بين هذه المواد ومواد كيماوية أخرى. وفى معظم الأحيان فإن مستوى الكيماويات المستخدم يكون بحيث تصبح مانعة للفطر أى أنها تمنع أو تعطل نمو العفن ولكنها لاتقتل أو تثبط تماماً النمو لمدة غير محددة من الزمن.

تقسيم العفن والأجناس الخاصة

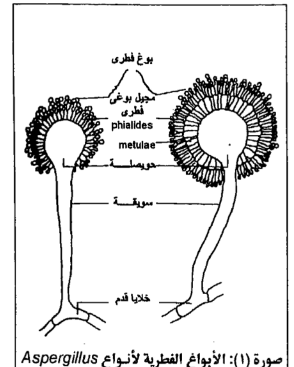
classification & specific genera of molds

يوجد حوالى ١٠٠٠٠٠ نوع من الفطر ولكن القليل منها يتصل بتدهور منتجات الغذاء والزراعة و/أو إنتاج السموم الفطرية فى هذه المنتجات. والأجناس والتى لها إهتمام بسبب إتصالها بتدهور الأغذية والسلع الزراعية والإنتاج المكن للسموم الفطرية هى: *Aspergillus* و *Penicillium* و *Fusarium* و *Alternaria* و *Trichothecium* و *Trichoderma*. و الأجناس المهمة كعوامل فساد تشمل *Rhizopus* و *Mucor* و *Cladosporium*. وأجناس العفن المنتجة للمسببات الفطرية هى أنواع من الأجناس *Aspergillus* و *Penicillium* و *Fusarium* أما *Alternaria* و *Trichothecium* و *Trichoderma* فهى تحتوى أنواعاً قليلة تنتج سماً. ووصف تسعة من الأجناس الموجودة فى الأغذية من العفن معطاه أسفله والثمانية الأولى هى عفن مفصول بغشاء septate mold أى الخيط الفطرى hyphae به جدر عبر cross-wall بينما الأخير فهو من نوع لايحتوى الخيط الفطرى hyphae فيه على جدر عبر.

Aspergillus

ينتشر الـ *Aspergillus* ويعمل فى فساد الأغذية وإنتاج السموم الفطرية والتخمر. ومجموعة *A. flavus-oryzae* تحتوى الأنواع *A. flavus* و *A. parasiticus* والتى تستطيع إنتاج أفلاتوكسينات كما تحتوى *A. oryzae* وهى غير سامة وتستخدم فى تخمرات الأغذية الشرقية oriental لإنتاج صلصة الصويا والميزو. ومجموعة *A. ochraceus* تشمل *A. ochraceus* وبعض أنواع أخرى تستطيع إنتاج أو كرا توكسينا (زعاف الأوكرا) ochra toxins وحمض البنيسيليك

penicillic acid. ومجموعـــة *A. niger* منتشرة وكثيراً ماتعمل فى فساد الأغذيـــة. ومجموعـــة *A. glaucus* وتشتمـل علــــى *A. glaucus* و *A. repens* محبة للجفاف xerotolerant فيمكنها النمو على أغذية جافة جداً أو تحتـوى تركـيزات عاليـــة مـــن الســـكر أو الملـــح. والأســـبرجيللى aspergelli تتكاثر بإنتاج كونيديا (أبواغ فطريـة) conidia والتى تنتج على جهاز بوغـى خـاص conidiospores والذى ينتج من خلايا خاصة فى الغزل الفطرى mycellium تسمى خلية قدم foot cell (الصـــورة ١). وحـــامل الأبـــواغ الفطريـــة conidiophore يظهر على أنه خلية واحدة تنمو رأسياً وتنتـهى بـأن تصبح كرويـــة أو هليلجيـــة أو نبوتية clavate وتعـرف بإسم حويصلـة vesicle. وينتج من الحويصلـة تركيبات تشبه القارورة تسمى مُجَيْل بوغى فطرى sterigma (phialides) وفيها تنتج الأبـواغ الفطرية conidia. والأبواغ الفطرية conidia تدفع من نهاية المُجَيْل البوغى الفطرى sterigma وتبقى متصلة بتفكك إلى بعضها البعض مكونـة سلسـلة. وألـــوان الأبـــواغ الفطريـــة فـــى الأســـبرجيللى ممـــيزة للمجموعـــات والأنـــواع المختلفة وهـذا يساعد فـى التعـرف علـى مختلـف المجموعـات. وجراثيـم مجموعـــة *A. flavus-oryzae* لها ظلال مختلفة من أخضر زيتونـى إلى أصفر-أخضر. وجراثيم مجموعـــة *A. niger* هـى كهرمان أســـود jet-black إلــــى بنـى-أسـود إلى أرجوانى-بنى. وجراثيـــم مجموعـــــة *A. ochraceus* تتـــراوح مابين أصفر برتقالى buff-tan إلى أصفر. ومجموعة *A. glaucus* لها أبـواغ فطرية conidia لها ظل من أخضر ولكـن تنتج لـون أصفر براق إلى محمر غير متفتح cleistothecia. وأعضاء مجموعـــة *A. glaucus* بسـبب مرحلتـها الكاملة فهى توضع فـى جنس *Eurotium*. وكثـير من أنـواع *Aspergillus* تنتج الصلبـة sclerotia وهى كتل من الخيط الفطرى hyphae كثيفة صلبة مجهرية كبيرة وتظهر ككتل صغـيرة ملونة غامقة فـى الغـزل الفطـرى mycelia. وأنـواع *Aspergillus* كثيراً ماتوجد فـى الحبـوب والنقـل وبـذور الزيـت وعلى أنواع من اللحوم المعالجة الجافة.

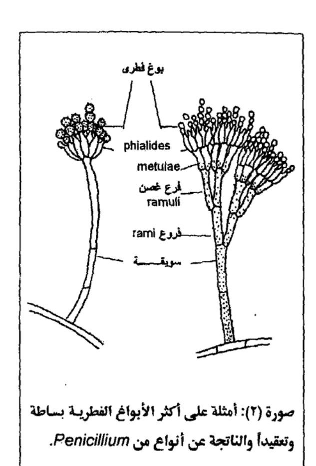


صورة (١): الأبواغ الفطرية لأنـواع *Aspergillus* تظـهر طبقـة وحيـدة مـن مُجَيْـل بوغــى فطـرى phialides or sterigma وطبقتين من الخلايا phialides والـ metulae و biseriate.

Penicillium

أنواع الـ *Penicillium* تلوث عدداً من الأغذية ويمكنها النمو تحت التبريد ولذا فهي تفسد الأغذية المبردة خاصة الجبن وهي أيضاً توجد على الحبوب والخضر والكيك والفواكه والمحفوظات والهام المعالج والمعتق والسجق وفي فساد بعض الفواكه. والبنيسيليا penicillia تنتج أبواغاً فطرية conidia من حامل الأبواغ الفطرية conidiophore والتي تتفرع قرب القمة مكونة تركيباً يشبه الفرشة أو بنيسلس penicillus (الصورة ٢). وعند قمة حامل الأبواغ الفطرية conidiophore يوجد خلايا مكبرة تعرف بإسم metulae ومن هذه الخلايا ينتج مُجَيْل بوغي فطري sterigma أو phialides وفي هذه التركيبات تنتج الأبواغ الفطرية conidia وتدفع للخارج في سلاسل. والأبواغ الفطرية conidia للبنيسيليا penicillia ملونة ولكن معظمها في ظلال من الرمادي إلى الأزرق إلى أزرق -أخضر. والألوان ليست مميزة مثل أنواع مختلفة كما في الأسبرجيللي aspergilli وعلى ذلك فهي لاتساعد في تحديد الأنواع وبعض الأنواع تكون بوغاً زقياً ascospore في غير متفتح cleistothecia وهي توضع أيضاً في الأجناس الـ teleomorphic من *Talaromyces* أو *Eupenicillium*.

وهناك عدد من الأنواع مهم من الـ *Penicillium* فـ *Penicillium viridicatum* (verrucosum) و *P. verrucosum* var. *cyclopium* توجد في الحبوب ويمكن أن توجد أيضاً في الجبن ويمكنها إنتاج عدد من السموم الفطرية mycotoxins بما فيها أوكرا توكسين ochratoxin وحمض البنيسيليك penicillic acid. و *Penicillium martensii* وجدت نامية على الذرة ذى الرطوبة العالية ويمكنه إنتاج حمض بنيسيليك. والـ *Penicillium expansum* تسبب عفناً في الفواكه خاصة التفاح وتنتج الباتيولين patulin.



صورة (٢): أمثلة على أكثر الأبواغ الفطرية بساطة وتعقيداً والناتجة عن أنواع من *Penicillium*.

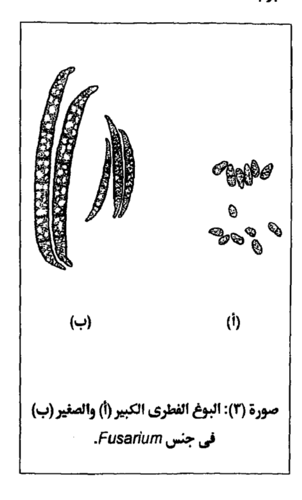
والـ *Penicillium digitatum* ولها بوغ فطري أخضر اللون تسبب عفناً طرياً في الموالح عادة على درجة حرارة الغرفة وكذلك *P. italicum* والذي له جراثيم زرقاء يسبب عفناً في الموالح على درجة حرارة التبريد. والـ *Penicillium roqueforti* له بوغ فطري مزرق ويستخدم في

إنضاج الجبن المعرق بالأزرق. والأنواع البرية من *P. roqueforti* توجد كثيراً فى البيئات اللبنية وتلوث أيضاً أنواعاً أخرى من الجبن مثل الشيدر والسويسرى وتنمو وتسبب الفساد تحت التخزين التبريدى. والـ *Penicillium camemberti* تنتج جراثيماً رمادية وتستخدم فى الإنضاج السطحى للكاممبرت camembert والجبن براى Brie. وكثير من أنواع الـ *Penicillium* معروف أنها تنتج مواداً سامة مختلفة وبعضها له خواص مضاد حيوى ولكن يظهر أنها سامة لأستخدامها فى العلاج. والمضاد الحيوى بنيسيلين والمستخدم فى العدوى البكتيرية ينتج بواسطة *Penicillium notatum*.

Fusarium

أنواع الـ *Fusarium* تستطيع النمو على الأغذية المخزونة لكنها توجد فى الحقل وتستطيع النمو على نباتات الحبوب وقد تصيب الحبوب نفسها. ومستعمرات الـ *Fusarium* على الآجار تظهر قطنية نظراً لكثافة النمو للخيط الفطرى hyphae الأبيض. وهى تنتج مختلف الصبغات من ألوان من الأبيض إلى وردى ووردى-سالمون وقرمزى أحمر إلى الأرجوانى. وبعض الأنواع تنتج صبغات صفراء وأنواع الـ *Fusarium* تنتج أبواغاً فطرية conidia مقسمة/مفصولة بحجاب septate منحنية إلى هلالية أو فى شكل المنجل تسمى بوغ فطرى كبير macroconidia وهى إلى حد ما مميزة للأنواع (صورة ٣). والبوغ الفطرى الكبير منحنٍ قليلاً ويستدق نحو النهاية (fusiform) وقد يسمى فى شكل القارب. وفى بعض الأنواع الخلية القمية من البوغ الفطرى الكبير macroconidium تتطاول والخلية القاعدية حيث البوغ الفطرى conidium متصل فى شكل خلية قدم foot cell. وبجانب ذلك فإن بعض الأنواع تنتج أبواغاً فطرية conidia من خلية واحدة أو إثنين تعرف بإسم البوغ الفطرى الصغير microconidia وهذه قد تكون فى شكل الكمثرى (pyriform) أو فى شكل القارب (fusiform) أو بيضى أو مستقيم أو منحنٍ. وأنواع الـ *Fusarium* منتشرة فى العالم فى كل من المناطق المعتدلة والإستوائية وتوجد فى التربة خاصة المنزرعة وهى تُكَسِّر المواد العضوية بنشاطها. وهى تستطيع إحداث أمراض فى النباتات مثل عفن الجذر والساق والآفات وداء الذوى. ومرضان يحدثان فى الحقل يؤثران على جودة الحبوب وأمانها: جرب القمح wheat scab وقد يسمى آفة رأس الـ *Fusarium* وعفن الكوز فى الذرة. وأحد الأنواع المتصلة بهذه الحالات *F. graminearum* والتى تصيب الحبوب (القمح أو الذرة) فى الحقل وتنتج دى اوكسينيفالينول deoxynivalenol وقد يسمى فوميتوكسين. وأنواع أخرى تهاجم الذرة وتستطيع إنتاج زعافات، فمثلاً *F. moniliforme* تنتج فيومونيزينات fumonisins و *F. roseum* تنتج زيارالينون zearalenone. وتستطيع الـ *Fusarium* مهاجمة الفاكهة والخضر أثناء التخزين وتنتج عفناً وفساداً. وبعض الـ *Fusarium* لها طور جنسى وتوضع فى أجناس teleomorphic *Gibberella* و *Nectria* و *Calonectria* و *Plectosphaerella*. فمثلاً الـ telemorph

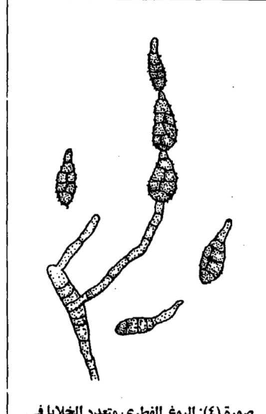
F. graminearum هـو *Gibberella zeae*. وأنواع *Fusarium* مهمة جـداً كمُمْرِضَات نبات وككائنات يمكنها إنتـاج سمـوم فطريـة وعلـى ذلك فهى قـد تسبب فسـاداً وعـدم أمـان فـى الأغذية خاصة الحبوب والأغذيـة المحتويـة علـى حبوب.



صورة (٣): البوغ الفطرى الكبير (أ) والصغير (ب) فى جنس *Fusarium*.

Alternaria

توجد هذه الأنواع فى كثير من إنحاء العالم على المواد الغذائية النباتية والحيوانية ولها خيط فطرى hyphae لـه حجـاب/مقسـم وتظـهر غامقـة ولونـها رمادى-أخضر وتكاد تكـون سـوداء فـى الجـانب الآخر من المستعمرات التى تنمو علـى آجار. وتنتج بوغاً فطرياً conidia مقسماً/بحجـاب وهـذه أيضـاً غامقـة اللـون (الصـورة ٤). والأحجبـة مسـتعرضة أو طويلة والجراثيم مستطيلة وأحياناً مع الخلية القمية مطاولة وتنتج الجراثيم فـى سلاسل وهـى تستطيع تسبيب الفساد فى مختلف أنواع الأغذية بما فيها الطماطم والخضر الطازجة مثل الفلفل الأجـراس. وقد وجدت فى قلب التفاح وفى النُقْل بما فيـها الفول السودانى والبندق والبيكان وفى الحبـوب مثل القمح والذرة الرفيعة وفـى اللحـوم المخزنـة بالتبريد والتوابل. وهى تستطيع النمو على درجات الحرارة المنخفضة ومنها *A. alternata* وتستطيع إفراز عدة سمـوم فطرية وبذا فهى تمثـل أخطـاراً للفساد والأمان.



صورة (٤): البوغ الفطرى متعدد الخلايا فى *Alternaria* مع الحجاب المستعرض والطولى.

Trichothecium

ومنه *T. roseum* ولونه وردى ووجد نامياً على مختلف الخضر والفاكهة والحبوب مثل الشعير والقمح والذرة ومنتجات الحبوب كالدقيق وقد وجدت على البقول والبيكان والبندق واللحم. وهى تنتج عناقيداً من غزل فطرى conidia مكون من خليتين أو خلية واحدة مقسمة/بحجاب شكلها أهليلجى إلى كمثرى وبعض السلالات تنتج ترايكوثيسينات trichothecenes.

Trichoderma

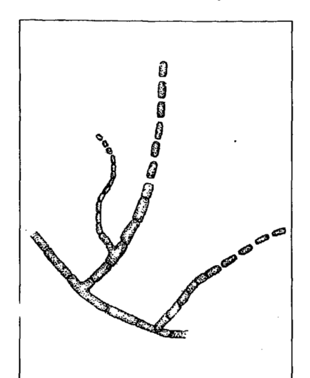
من أهم أنواعه *T. viride* و *T. harzianum* ومستعمراتها لونها أخضر براق وهى تلوث كثيراً من الأغذية بما فيها الحبوب المخزونة مثل الشعير والقمح والشوفان والنُقل مثل الفول السودانى والبيكان ومختلف الفواكه والخضر مثل الطماطم والبطاطا والموالح.

Cladosporium

الـ *Cladosporium* لها غزل فطرى mycelia غامقة وقد تكون بنية إلى بنية مسودة أو رمادية خضراء والجانب الآخر من المستعمرة على الآجار غامق جداً أسود مخضر أو أزرق-أسود. وهى تنتج أبواغاً فطرية conidia من خلية واحدة ولكن يوجد أيضاً أبواغ فطرية conidia من خليتين أو ثلاث. ومن أنواعها العامة *C. cladosporioides* و *C. herbarium* وأنواعها والتى تستطيع النمو على درجات حرارة منخفضة تميل إلى أن تكون بطيئة النمو وتشكل بقعاً سوداء على الأغذية. وقد عزلت أنواعها من الحبوب والفول السودانى والفواكه واللحوم المبردة خاصة اللحم البقرى وهى منتشرة ويمكنها النمو تحت ظروف التبريد وينتج عنها الفساد وتغير اللون.

Geotrichum

الـ *Geotrichum* له غزل فطرى مقسم mycelia يمكنها أن تتجزأ إلى أنواع مفصلية orthrospores (الصورة ٥) وهى أساس تكاثر هذا الكائن. والنوع الوحيد المهم فى الغذاء هو *G. candidum* ومن أسمائه *lactis Oidium* و *Oospora lactis*.



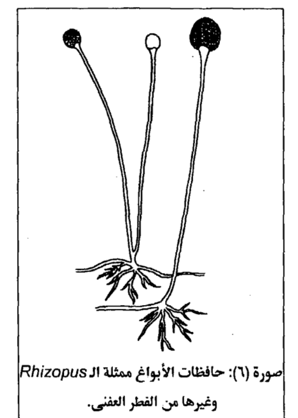
صورة (٥): أبواغ مفصلية arthrospores ممثلة الـ *Geotrichum*.

وهى تنتج بوغاً زقياً ascospores وفى الحالة teleomorphic تعرف باسم *Endomyces geotrichum*. والـ *Geotrichum candidum* يشار إليه بأنه فطر يشبه الخميرة لأنه مزدوج الشكل

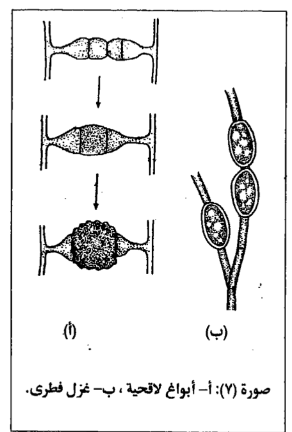
ويتجزأ إلى أبواغ مفصلية arthrospores وتظهر كخلية واحدة. بجانب أن مستعمرات هذا الكائن يمكن أن تكون بيضاء، طرية، كريمية وتشبه الخميرة. و G. candidum مُشْكِلَة في أجهزة معاملة الأغذية خاصة في مصانع تصنيع الخضر ويشار إليه بأنه عفن المكن machinery mold فالأجهزة غير النظيفة تعطى بيئة مفضلة للنمو السريع لهذا الكائن وهو يهاجم الموالح وكذلك الفواكه الأخرى ويمكنه مهاجمة الفاكهة أساساً من خلال الضرر في الجلد وكذلك النمو على الفاكهة زائدة النضج وقد تم عزله من الجبن واللحوم والأغذية المجمدة خاصة الخضر.

Rhizopus

يختلف الـ *Rhizopus* عن ماسبق وصفه لأنه غير مقسم/من غير حجاب وينتج الحافظة البوغية sporangiospores بدلاً من البوغ الفطرى conidia. وهي سريعة النمو جداً وتنتشر ولها غزل فطرى mycelia أبيض وحافظة أبواغ sporangia سوداء. وأنواع الـ *Rhizopus* تكون شبه جذر rhizoids عند قاعدة حامل الحافظة البوغية sporangiophores والعمود columella في حافظة الأبواغ sporangium (الصورة ٦). وحافظة الأبواغ الصغيرة young sporangia بيضاء قبل أن تتحول إلى السواد مع السن. وأكثر أنواع الـ *Rhizopuis* هي *R. stolonifer* وهي عفن الخبز. وبجانب الخبز فهو يسبب فساد الفراولة والعِنَبيَّات الأخرى والفواكه والخضر وقد عزلت أنواعه من الحبوب والنُقل واللحم. وتستخدم *R. oligosporus* في عمل التمبة Tempeh وبعض أنواع الأغذية المخمرة بالعفن. وهي توضع في رتبة order Mucorales تقسيمياً. ومن الأجناس الأخرى في هذا الرتبة order Mucorales: *Absidia* و *Mucor* و *Rhizomucor* و *Syncephalastrum* و *Thamnidium* وهي غير مقسمة/بدون حجاب وتنتج حافظة بوغية sporangiospore. وكل أجناس رتبة Mucorales التي تلوث الأغذية توجد في الفصيلة/العائلة Mucoraceae وهذه الأجناس تسمى الفطر العفني mucoraceous وهي جزء من طائفة class Zygomycetes وتكون جراثيم أبواغ لاقحية zygospores بواسطة عمليات جنسية وخلايا غزل فطرى chlamydospores (الصورة ٧) وتتطلب رطوبة عالية للنمو.



صورة (٦): حافظات الأبواغ ممثلة الـ *Rhizopus* وغيرها من الفطر العفني.



صورة (٧): أ- أبواغ لاقحية ، ب- غزل فطرى.

التعرف على العفن recognizing molds

يعرف العفن أساساً كنمو زغبى أو قطنى أو ملون على سطح المواد مثل الأغذية والمواد العضوية وفى الحبوب والبذور وعلف الحيوان وهو بالرغم عن ذلك قد لايكون هذا النمو مرئياً بهذا الشكل. وتلوث العفن الداخلى والنمو فى النقل والبذور والحبوب قد لاتكون دائماً ظاهرة كنمو خيطى. ونمو العفن فى النقل أو الحبوب أو البذور غالباً ماينتج عنه تغير فى اللون والمظهر. والذرة بما فيها ذرة الفشار فالغزو والنمو فى منطقة الجنين قد ينتج ألواناً غمقاء مخضرة أو مزرقة فى الحبوب المصابة. وعندما يعزى هذا النمو إلى أنواع من *Aspergillus* أو *Penicillium* الزرقاء ويظهر خط أزرق فى منطقة الجنين فإن هذه الحالة تعرف بإسم "العين الزرقاء blue eye" وفى بعض الحبوب مثل القمح فإن حبوباً منكمشة متغيرة اللون بيضاء أو وردية قد تبين غزو العفن وبالمثل فى النُقل "الحبوب" kernels المنكمشة أو متغيرة الشكل قد تكون متسببة عن عفن.

التأثير على الصحة health implications

تدهور الغذاء والسلع الزراعية بالعفن مشكلة عالمية فهى تسبب ضرراً يقلل من الجودة والدرجات والأسعار مما ينتج عنه فقد إقتصادى فهى تؤثر على صحة الإنسان والحيوان. ومن أهم المشاكل إمكان إنتاج السموم الفطرية mycotoxins وبعضها مسرطن وقد يسبب أمراضاً أو تسمماً بالأفلاتوكسين فى الحيوانات. وكذلك ينتج تفاعلات حساسية وتفاعلات تؤثر على حياة الإنسان. وقد تراوحت حالات الفُطار mycosis وتسبب عنه موت خاصة فى الأشخاص مكبوحى المناعة بسبب نقل الأعضاء أو الإيدز أو العلاج الكيماوى أو العلاج بالإشعاع أو العمر. والبيئة بما فيها الغذاء مصدر لهذا العفن وبعض الأعمال مثل مناولة الحبوب وتخزينها تعطى خطراً مضافاً بالتعرض لمستويات عالية من جراثيم العفن والزعاف الداخلى فى تراب الحبوب وهذا التراب قد يكون مصدراً جوهرياً للتعرض للسموم الفطرية وبعض أمراض الرئة فى الفلاحين وحيواناتهم المنتجة للأغذية ترتبط بالعفن وتراب الحبوب.

(Macrae)

الخمائر yeasts

الخميرة هى كائن ذو خلية وحيدة مجهرية وهو بيضوى أو إهليلجى أو كروى أو مستطيل إلى شكل قضبان. ومعظم الخميرة تتكاثر بعملية تسمى التبرعم budding وهى عملية غير جنسية وفيها يتكون إنتفاخ على جدار الخلية والبروتوبلازم ويشمل المادة النووية التى تملأ هذا الإنتفاخ وينمو هذا الإنتفاخ فى الحجم وفى النهاية يتكون جدار ما بين الإنتفاخ والخلية الأب مكوناً خلية جديدة. وتنفصل الخلية الجديدة عن الخلية الأب (صورة ٨). والبراعم قد تتكون فى مواضع قطبية أو متعددة الجوانب وبعض الخميرة تتكاثر بالإنقسام المزدوج binary fission مشابه للإنقسام فى البكتيريا ولكن هذه عددها صغير. وخميرة واحدة تتكاثر بالإثنين الإنقسام والتبرعم. ومايقال عنه خمائر حقيقية تتكاثر أيضاً بعملية جنسية تشتمل على تزاوج conjugation لخليتين وماينتج عنه من تكون أبواغ زقية ascopores داخل الخلايا والخلية المحتوية على الأبواغ الزقية ascospores تعرف بإسم زق ascus. وقليل من الخمائر تنتج أبواغاً زقية بدون تزاوج ولكن الأبواغ الزقية الناتجة يحدث لها تزاوج. والخمائر الحقيقية يشار إليها بأنها خمائر أبواغ زقية ascosporogenous وتقسم فى تحت قسم Ascomycotina subdivision والتى كانت تسمى Ascomycetes. وخمائر asporogenous وتسمى أحياناً خمائر كاذبة false لاتنتج أبواغاً زقية ascospores أو أى جراثيم جنسية وتوضع فى تحت قسم Deuteromycotina subdivision وتسمى أيضاً الفطر غير الكامل Fungi Imperfecti. ونوع آخر من الجراثيم تكونه بعض الخمائر يسمى بوغ كلاميدى chlamydospore ويتكون البوغ الكلاميدى chlamydospore عندما يحيط جدار سميك خلية الخميرة وهو شبيه بالبوغ الكلاميدى chlamydospore الذى يكونه العفن. وهذه يظهر أنها تركيبات للراحة أو البقاء وهى غير جنسية. والخميرة التى تنتج غزلاً فطرياً كاذباً pseudomycelia يمكنها أيضاً إنتاج جراثيم تعرف بالأبواغ المفصلية arthrospores والبوغ البُرْعُمى blastospores وذلك بالتجزئة fragmentation.

صورة (٨): التبرعم فى خلية الخميرة.

متطلبات النمو growth requirements

تختلف الخمائر فى متطلبات نموها ولكن يمكن عمل بعض العموميات. والخمائر هوائية ولاهوائية إختيارية وبعضها هوائى جداً ومؤكسدة فى أيضها وهذه الخمائر المؤكسدة تنمو على سطح السوائل وتعرف بخمائر الفلم film yeasts. والخمائر التى هى هوائية وغير هوائية إختيارية يمكنها النمو فى البيئتين فعندما تنمو هوائياً تنتج كتلة حية أو خلايا صغيرة أخرى. وعندما تنمو لاهوائياً فالخمائر يكون لها أيض تخميرى وتنتج ثانى أكسيد كربون

وإيثانول. وفي معظم الأحيان السكريات هي أحسن مصدر للطاقة عند الخميرة ولكن خمائر الفلم تستطيع أكسدة الأحماض العضوية والكحول للحصول على الطاقة. كما يمكنها إستخدام مركبات النتروجين البسيطة مثل الأمونيا واليوريا والأحماض الأمينية وبعض الخمائر يمكنها حلمأة البروتينات وعديد الببتيد.

والخمائر تتطلب رطوبة متاحة أقل من البكتيريا ولكن أكثر من العفن وفي ضوء نم a_w (نشاط الماء) فإن الحدود الأدنى لمعظم الخمائر هي ٠,٨٨ – ٠.٩٤ وبعض الخمائر معروفة بإسم اليفة التناضحية osmophilic yeasts تستطيع النمو في وجود تركيزات عالية من السكر أو الملح على نم a_w حتى ٠,٦٢–٠,٦٥. وكل خميرة يكون لها نم a_w الأمثل المميز الخاص ومدى من نم a_w تستطيع النمو عليه. وأقل وأمثل نم a_w لخميرة معينة قد يتغير ويتوقف ذلك على عوامل خارجية مثل التغذية ورقم جيد ودرجة الحرارة والأكسجين ووجود مثبطات.

وأمثل درجة حرارة لنمو الخميرة هي في درجات الحرارة المتوسطة mesophilic من ٢٥ – ٣٠°م والخمائر عموماً تستطيع النمو على مدى من درجات الحرارة من صفر – ٤٧°م. والخمائر تنمو تحت ظروف حمضية على جيد ٤,٠ – ٤,٥ ويمكنها النمو على جيد أكثر إنخفاضاً عن معظم البكتيريا ولكنها لاتنمو جيداً تحت ظروف قلوية. وهي منتشرة في الطبيعة وتوجد على العنب والفواكه الأخرى كما توجد في التراب والماء وربما على الجلد وفي القناة المعوية للإنسان والحيوان.

فساد الأغذية وتأثير المعاملة على الخمائر
food spoilage & effects of processing on yeasts

بعض الخمائر ومعظمها في جنس *Saccharomyces* مهمة صناعياً لرفع الخبز وإنتاج النبيذ والبيرة والكحول والجليسرين والإنفرتاز. والخمائر الأخرى وتعرف بإسم الخمائر البرية wild yeasts قد تسبب مشاكل فساد في الأغذية. وخمائر الأفلام يمكنها أكسدة كميات كافية من حمض اللاكتيك للسماح بفساد السوركراوت والمخلل المتخمر بواسطة كائنات لاتتحمل الحمض. والخمائر يمكنها أن تنمو في السجق المعبأ تحت فراغ وكذلك اللحوم المعالجة الأخرى مكونة مستعمرات مرئية أو مرغ. والخمائر التي تتحمل الملح يمكنها النمو في مأج المعالجة واللحم والسمك المنتج وصلصة الصويا وصلصة التاماري والميزو. واليفة التناضح osmophilic yeasts تنمو جيداً في الأغذية عالية المدابات خاصة السكريات والأملاح وتسبب فساداً في صلصات السلطة والعسل والشراب وعصائر الفواكه المركزة وحتى الفواكه المجففة. وخمائر أخرى تعرف بإسم ذات سفاة انتهائية apiculate أو خمائر تشبه الليمون يمكنها تلويث تخمر النبيذ مسببة نكهات غير مرغوبة وإنتاء منخفض من الكحول وإنتاج أحماض متطايرة. والخمائر يمكن أن تصل إلى أعداد كبيرة في الخضر المجمدة قبل التجميد أو بعد التيح خاصة في الخضر التي أسيئت مناولتها.

والخمائر لاتتحمل الحرارة وهي تقتل بمعظم العمليات الحرارية والعمليات الأخرى مثل التجميد

والتبريد والتعبئة تحت فراغ والتحميض لايلزم أن يقتل الخمائر والتعبئة تحت فراغ تمنع نمو خمائر الأفلام عالية الهوائية ولكن لاتمنع نمو النوع المخمر. و جيد منخفض لايمنع بالضرورة نمو الخمائر ولكن الأحماض العضوية مثل الخليك والسوربيك والبنزويك والبروبيونيك قد تمنع نمو بعض الخمائر. وحمض السوربيك والسوربات تمنع نمو الخميرة. وثانى أكسيد الكبريت يمكن إستخدامه لقتل الخمائر البرية فى الفواكه المجففة والعنب المستخدم فى صناعة النبيذ. وتسخين الفواكه المجففة فى العبوات يمكن أن يستخدم أيضاً لقتل الخميرة وبسترة الفاكهة.

أجناس متخصصة من الخمائر
specific genera of yeasts

هناك عدد من الخمائر مهمة للغذاء ولها تأثيرات نافعة أو ضارة. وفيمايلى عشرة أجناس من الخمائر تشمل أكثرها أهمية صناعياً وعدداً من خمائر الفساد بما فيها اليفة التناضح osmophilic yeasts وخمائر الأفلام والخمائر الكاذبة asporogenous أو false yeasts.

Saccharomyces

هو أهم جنس من الناحية الصناعية وأهم نوع هو *Saccharomyces cerevisiae* وتستخدم سلالات مختلفة فى الصناعات الغذائية لرفع الخبز وعمل الأيل والبيرة والنبيذ والكحول والمنتجات الأخرى. وقد أستخدم فى إنتاج بروتين الخلية الواحدة ومكونات الغذاء مثل الخميرة المهضومة وهى ربما أهم خميرة معروفة وهى أهليلجية إلى بيضاوية فى الشكل وبعضها كروى والآخر متطاول وهى تتكاثر بالتبرعم وتكون بوغاً زقياً ascospores.

Zygosaccharomyces

يمكن أن تعتبر تحت جنس من *Saccharomyces* والخميرة فى هذا الجنس اليفة التناضح osmophilic ويمكنها أن تنمو فى تركيزات عالية من السكر وهى مسئولة من فساد الدبس والشراب والعسل وصلصة السلطة وصلصة الصويا والنبيذ وهى تتكاثر بالتبرعم وتكون البوغ الزقى ascospore.

Schizosaccharomyces

أنواع هذا الجنس توجد فى السكر والدبس والعسل والفواكه الإستوائية والتربة وهى تتكاثر بالإنقسام مكونة أبواغاً مفصلية arthrospores أو بطرق جنسية مكونة بوغ زقى ascospores وهناك أربعة أو ثمانية أبواغ زقية ascospores فى كل زق ascus والجراثيم بيضية أو كروية أو فى شكل الكلى.

Debaryomyces

هذه بها خمائر الأفلام وهى تكون قشر رفيع pellicles من نمو سطحى على ماج اللحم. وكذلك تنمو على منتجات الجبن والسجق وخلاياها مستديرة إلى بيضية الشكل وتكون بوغاً زقياً ascospores وقد تكون غزل فطرى كاذب pseudomycelia.

Hansenula

هذه أيضاً من خمائر الأفلام وهى منتشرة فى مأج الزيتون ومركزات عصائر الفاكهة وعصير الموالح والعنب. وهى إلى حد ما تخمر وتنتج خلايا بيضية إلى مستطيلة وتتكاثر بالتبرعم وبتكوين بوغ زقى ascospore فى شكل قبعة (مستديرة) وقد تكون غزل فطرى كاذب pseudomycelia.

Pichia

هذه أيضاً خمائر أفلام تكون قشرات رقيقة على السوائل مثل البيرة والنبيذ والخلايا بيضية إلى أسطوانية وتكون بوغاً زقياً ascospore والتى تكون مستديرة أو فى شكل القبعة.

Candida

وتتكون من خمائر كاذبة asporogenous تكون غزل فطرى كاذب pseudomycelia أو غزل فطرى حقيقى. وهى أحياناً تُعَرَّف فى الفطر غير الكامل Imperfecti Fungi فى عائلة Moniliaceae مع الأجناس المشابهة للخميرة خاصة *Trichothecium* و *Geotrichum*. وهى تتكاثر بالتبرعم وتجزئة الغزل الفطرى mycelia إلى البوغ البرعمى blastospores. وهى تنتشر فى الأغذية وتوجد فى اللحم الطازج مثل لحم البقر واللحم المعالج والزبد والمرجرين. ويمكن أن تسبب فساداً فى وجود حمض عالٍ أو ملح والنوع الليبوليتى *C. lipolytica* قد يسبب تزنخ الزبد والمرجرين والأنواع الأخرى قد نميت فى الغذاء والعلف وعلى الأقل جنس واحد مسئول عن العدوى فى الإنسان والحيوان.

Torulopsis

وقد تسمى توريولا *Torula* وهى تتكون من خمائر كاذبة asporogenous مستديرة إلى بيضية. وتتكاثر بالتبرعم وهى كثيرة منتشرة وتلوث كثيراً من الآغذية بما فيها الأغذية المبردة. وأنواع من هذا الجنس يمكن أن تخمر اللاكتوز وتفسد منتجات اللبن مثل اللبن المكثف المحلى وكذلك مركزات عصائر الفاكهة والأغذية الحمضية.

Trichosporon

هى من الخمائر الكاذبة asporogenous تتكاثر بالتبرعم وتكون أبواغاً مفصلية arthrospores وتنمو على درجة حرارة منخفضة وتوجد فى كثير من الأغذية بما فيها لحم البقر المبرد والبيرة وعصير القيقب.

Rhodotorula

وهى من الخمائر الكاذبة asporogenous وتتكاثر بالتبرعم وقد تكون غزل فطرى كاذب pseudomycelia وتنتشر فى الطبيعة وتوجد فى الهواء والغبار وتلوث الأغذية. وتنتج صبغات حمراء وصفراء ووردية وكثيراً ما تغير لون الأغذية ببقع حمراء وصفراء على اللحوم خاصة المعالجة وتكون مناطق وردية فى السوركراوت.

ويمكن تلخيص أنواع الخميرة المسببة للفساد فى الأغذية والمشروبات فى الجدول (٢).

جدول (٢): أنواع الخميرة المسببة للفساد فى الأغذية والمشروبات.

نوع الغذاء	المنتج الغذائى	أنواع الخميرة
الفواكه والخضروات الطازجة	الفراولة والتين والطماطم	*Kloechera apiculata*
الأغذية المبردة	الجيلاتى	*Rhodotarula glutinis*
الأغذية المبسترة	الزبادى وعصير الفواكه والكتشب	*Kluyveromyces marxianus* , *Saccharomyces cerevisiae* , *Zygosaccharomyces bailii*
الأغذية المحفوظة	المايونيز وصلصة السلطة والصلصات والمشروبات الخفيفة والشتنى	*Z. bailii* , *Candida krusei* , *S. cerevisiae* , *Schizosaccharomyces pombe* , *Saccharomycodes ludwigii* , *Pichia membranaefaciens*
الأغذية المخمرة الحمضية	المخلل ومأج الزيتون والسوركراوت	*Z. bailii* , *P. membranaefaciens* , *Debaryomyces hansenii* , *C. krusei*
مشروبات كحولية	نبيذ وبيرة وسيدر	*Brettanomyces intermedius* [أ] , *C. vini* [أ] , *Hansenula anomala* [أ] , *P. membranaefaciens* , *Zygosaccharomyces* spp. , *Saccharomycodes ludwigii* , *Sc. pombe* , *Torulaspora delbrueckii* , *S. cerevisiae* , *S. diastaticus* [ب]
منتجات مركزة	فواكه جافة، مربيات، جيللى، عسل، مركزات فاكهة، شكولاتة مملوءة وسجق معالج	*Z. rouxii* , *Z. bailii* , *D. hansenii* , *Sc. pombe* , *T. delbrueckii* , *S. cerevisiae* , *H. anomala* , *C. versatilis* , *C. etchellsii*

أ : عزلت أساساً من أوعية حجم. ب : النوع يدخل الآن فى *S. cerevisiae*.

الناحية الصحية

لاترتبط الخمائر عادة بالأمراض المنقولة عن طريق الأغذية ولكن أكثر العدوى هى فى مرض كانديايسيس/داء المُبَيَّضَات candidiasis والذى تسببه *Candida albicans* ويوجد فى الأغشية المخاطية للفم وقناة المهبل والقناة المعوية ويمكن أن تحدث العدوى الخمائرية فى الأشخاص الذين يعالجون بمضادات حيوية عريضة الطيف والأشخاص الذين تأثر جهازهم المناعى ففى الأشخاص الأخيرين تستطيع .Candida spp والخمائر الأخرى أن تسبب عدوى فى الجهاز البولى والكلى والبلعوم والتهاب الشَّغاف/بطانة القلب endocarditis.

فقد الغذاء wastage of food

بعض الفقد في الغذاء لايمكن تجنبه أثناء التخزين والتوزيع والمعاملة والطبخ ولكن سايمكن تجنبه عند أي نقطة من فقد في المحصول من الحصاد والتخزين إلى الغذاء المتروك على الطبق يمكن إعتباره غير مرغوب من وجهة نظر أخلاقية وإقتصادية وغذائية.

التعريف

فقد الغذاء يمكن أن يعرف بأنه "أي مصدر ممكن لغذاء يتم - مع العلم بذلك - رميه أو هدمه" مثل الغذاء المطروح في المصانع والغذاء غير المباع في المحلات أو المطاعم وبقايا المطبخ وفقد الطبق. وفقد الغذاء يمكن أن يكون الغذاء الذي تم هدمه أو فساده مثل الحبوب المخزونة التالفة بواسطة الفئران واللحم الفاسد بنمو البكتيريا والمغذيات التي هدمت أو ذابت في محلول في عملية تعليب الخضروات. وفقد الغذاء يمكن أن يوصف في ضوء الوزن أو التكاليف أو القيمة الغذائية ولكنه لايشير إلى المواد غير المأكلة كقشر البيض أو قشر البطاطس أو العظام.

فقد المنزل household waste

الفقد في الصيف (المملكة المتحدة) كان ٩,٣ ميجاجول (٢٢٢٠ كيلوكالورى) وفي الشتاء كان ٧,١ ميجاجول (١٧٠٠ كيلوكالورى) لكل منزل في كل أسبوع. وفي الطاقة سادت الحبوب والدهن واللحم وفي الوزن اللبن ثم الدهن. كما أعطيت نسبة لحيوانات التدليل والطيور وقد كانت ٢,٤ ميجاجول (٥٧٠ كيلوكالورى) في الصيف، ٣,٠ ميجاجول (٧١٠ كيلوكالورى) في الشتاء لكل منزل في كل أسبوع.

وكان هناك أقل من ٢٥٪ فرق بين الغذاء ومصادره وكميته التي أعتقد أنها أكلت في المملكة المتحدة. وكان هناك فقد ٦,٥٪ في الطاقة في الصيف و ٥,٤٪ في الشتاء.

الفقد في الفنادق وأماكن تقديم الطعام catering & hotel waste

مخارج تقديم الطعام تختلف في الحجم فهي من قهاوي صغيرة ومحلات أكلات خفيفة ومطاعم إلى كانتينات كبيرة ومستشفيات. والفقد يمكن أن يحدث في مراحل مختلفة فتخزين الطعام بصورة سيئة يؤدي إلى إفساد الطعام مثل درجات الحرارة إذا إرتفعت كثيراً في التبريد. واللحم ومنتجات اللحوم معرضة هي والفاكهة والخضر للفساد بهذه الطريقة. وكذلك الرطوبة الزائدة تؤدى إلى فساد المواد الجافة خاصة إن لم تكن معبأة. كما يحدث الفقد في التحضير مثل تشذيب اللحم والخضر والفاكهة والإراقات قد تحدث والفقد في التيع للبروتينات الذائبة والفيتامينات والمعادن في تيع اللحوم المجمدة.

والطبخ يحدث فقداً فاللحوم المشوية يفقد جزء منها بالتبخير وكذلك يفقد بعض الدهن وبذا تفقد طاقة. وكذلك هدم الفيتامينات الحساسة للحرارة (فيتامينات ب، ج) كما تفقد بالنض إلى الماء. وهذا الفقد يمكن أن يقلل إلى أقل حد ممكن بعمليات جيدة. وكذلك بعد الطبخ ربما رمى بعض الأكل

وكذلك مايترك على الطبق بسبب أن اللحم غير مستساغ أو غير كافى السخونة إلى غير ذلك.
وفى المستشفيات كان الفقد ٢٥ – ٣٥٪ بالوزن وفى القهاوى ومحلات الأكلات الخفيفة ٤,٨٪ وفى المدارس ٦,٥٪ وفى أماكن العمل ١٠,٢٪ وفى المطاعم ١٥,٥٪ وفى أماكن عمل الخبز ١٧٪ مما يعطى ١١,٤٪ متوسط. والفقد فى الطبق كان أكثر فى الوجبات الغنية فى الدهن والغنية فى الطاقة.

فقد المصانع factory waste

الغذاء الخام بعد المعاملة يحتفظ به لفترات مختلفة وقد يكون عرضة للمهاجمة بالكائنات الدقيقة والحشرات والقوارض. والفقد قد يتراوح من أقل مايمكن إلى كثير ويتوقف على ضبط ظروف التخزين ومتابعة الطرق المختلفة التى يتبعها المصنع. وفى البلاد النامية الفقد كبير وفى البلاد المتقدمة ضبط ومراقبة الجودة متقدمان والفقد يمكن أن يقلل إلى أقل حد ممكن. فمثلاً ١–٤٪ بالوزن من اللبن يفقد فى مصنع لبن، ٢–٥٪ من الذبائح فى السلخانات ومصانع الدواجن. ولكن يحدث إستعادة للفقد والنواتج الثانوية فى مصانع الفاكهة والخضر والحبوب ويحدث إستعادة البروتين فى السلخانات وكذلك الشرش فى صناعة الألبان ومياه الغسيل فى مصانع الفاكهة والخضر. وكثيراً ماترش هذه المواد على الحقول لتعمل كأسمدة أو توجه إلى المجارى أو إلى الأنهار وإن كان فى الحالة الأخيرة المطلوب الأكسجينى الكيماوى مرتفع.

وهناك تقنيات لإستعادة هذه المواد بإستخدام طرق كيماوية أو عن طريق الكائنات الحية الدقيقة لتستخدم مباشرة كغذاء للإنسان أو بتحويلها إلى أغذية علف للحيوان ولكن مدى هذا العمل يتوقف على الإقتصاديات وقوانين البيئة فى كل مجتمع. (Macrae)

الفاكهة

فواكه المناطق المعتدلة

الفاكهة مصدر هام للألياف الغذائية والكربوايدرات وفيتاميني ج ، أ. والإنسان ينجذب للفاكهة بالمذاق الحلو والعبير المتكامل ويرجع مذاقها الحلو لمحتوياتها من السكريات خاصة الفركتوز والسكروز والجلوكوز وهذا مايساعد على تجفيفها وعلى إنتاج الكحول منها. وهى تعمل فى غذاء الإنسان كمصدر للألياف والكربوايدرات خاصة المعقدة وفيتامين ج وهى مغرية لإنخفاض الدهن والبروتين بها.

وهى على ذلك – وبسبب محتواها من الألياف الغذائية ومحتواها المنخفض من الدهن فهى هامة فى الأغذية المصممة لخفض خطر داء القلب الأكليلى coronary heart disease. وإن كان الأفوكادو أو الزبدية تعتبر خارج هذا النطاق لإحتوائها على حتى ٣٠٪ دهن وإن كانت بعض الدراسات الحديثة تبين أن الأفوكادو له دور جيد بالنسبة لمرض القلب حيث أن ٥٠ – ٧٥٪ من الدهن هو من نوع الدهن وحيد عدم التشبع. كما أن الفواكه تحتوى نسبة عالية من الماء فمن

حوالى ٦٥٪ في التفاح إلى ٨٨٪ في البباظ. فهى على ذلك تطفىء الظمأ بجانب إشباعها للجوع.
ومن وجهة نظر الفيتامينات فإن الفاكهة تعطى فيتامين ج فمثلاً ١٠٠جم من الموالح تعطى حوالى ٥٠٠مجم فيتامين ج وفاكهة الكيوى يعطى ١٠٠جم منها ١٠٠جم من الفيتامين بينما الكشمش الأسود والفلفل الجرس يحتوى كل ١٠٠جم منها على ٢٠٠ - ٣٠٠مجم من الفيتامين.
بينما الخوخ والكاكى والطماطم والمشمش كلها غنية في الـ β-كاروتين وهو مولد لفيتامين أ في الجسم. كما أن الفراولة والبرتقال غنية في حمض الفوليك كما يوجد حمض البانتوثينيك بكميات جوهرية في البطيخ والكشمش والمشمش والعنبيات ويحتوى المشمش والنكتارين والخوخ والجوافة وثمرة الآلام أو أبو سبعة ألوان على حمض النيكوتينيك.
كما أن الفاكهة غنية في الألياف الغذائية فهى تحتوى على البكتينات والصموغ والبكتينات تؤخر التفريغ المعوى gastric emptying والذى قد يغير بصورة جيدة من الإستجابات (الجليسيمية glycaemic) لبعض الأغذية والبكتين قد يعطى شعوراً بالشبع. وتجفيف الفواكه يحفظ الفاكهة ولكن يفقد فيتامين ج.
وتستخدم الفاكهة الآن مع الألبان المتخمرة كالزبادى مما أكسب الزبادى قبولاً أكثر وبذا أستهلك أكثر مما زاد من تناول مغذيات معينة كالكالسيوم وبروتينات اللبن. وينطبق هذا على المربيات والحلويات الأخرى.

وعصير الفواكه مصدر هام لفيتامين ج الذى ربما أضيف إلى العصير كمادة مضادة للتأكسد ولكن هذا لايمنع نفعه كفيتامين.
والطماطم والتى قد تستخدم فى عمل الصلصة أو العصير وهى مصدر جيد للصوديوم الذى يعزز النكهة. ولكن نظراً لعلاقة الصوديوم بالضغط العالى يوجد أغذية منخفضة فى الصوديوم.
وتحتوى الموالح على الليمونين limonin والنونولين nonolin وهذه المركبات لها دور فى تثبيط أنواع معينة من السرطان كما أن الـ β-كاروتين يعمل نفس العمل. أما البرقوق/القراصيا فهى تحتوى مشتقات الأيدروكسى فينيلى ساتين hydroxyphenylisatin والذى ينشط عضلة القولون الناعمة colonic smooth muscle مما يفسر عملها كمسهل/ملين.
وبعض الفواكه مثل التفاح والكمثرى والأفوكادو والطماطم والموز يمكن قطفها خضراء - غيرناضجة - بدون التأثير على قيمتها الأكلية النهائية عندما يتم نضجها بعد ذلك وتصبح مستساغة. وهذه تسمى الفواكه الحرجة climacteric. وقطفها خضراء له فائدة أنها لاتنجرح بسهولة وهى مقاومة أكثر للعفن ولها عمر سوق أطول عن الفواكه الناضجة.
وبعض الفواكه غير الحرجة مثل الموالح والكريز والفراولة والعنب والأناناس وبعض أنواع الشمام فإنها لاتنضج وإن تغير لونها.وهذه الفواكه لو قطعت مبكراً فإنها تكون حامضية sour وقيمتها الأكلية منخفضة ولو قطعت زائدة النضج فإنها تتدهور أثناء التسويق ولذا فإن وقت الحصاد لها حرج ولذا قد

يستخدم الرفراكتومتر/مقياس الإنكسار لتقدير تركيز السكر وربما أيضاً ساعد قياس حموضة التنقيط - كما في حالة العنب - على تقدير نضج الفاكهة.

ويلزم العناية بدرجات حرارة بعد الحصاد post-harvest حيث أن التدهور من الأمراض وزيادة النضج يزيد لوغاريتمياً مع درجات الحرارة حتى ٣٠°م فمعظم الفاكهة - فيما عدا الكمثرى - تعانى من تغيرات غير مرغوبة فسيولوجياً إذا خزنت لمدة طويلة أو أنضجت على درجات حرارة منخفضة فيحدث لها تكون نكهات غير مرغوبة وإسمرار (بنية) وتصاب بالطراوة والتحبب mealiness وتنقر الجلد skin pitting وزيادة التعرض للأمراض وإن كان يمكن الإحتفاظ بالتفاح حتى ١٢ شهراً والموالح حتى ١٦ أسبوعاً. ولكن بعض الفواكه كالمشمش تعيش جيداً لفترات قصيرة فقط فالمشمش لمدة ٢-٣ أسابيع والفراولة ٣-٨ أيام.

والإحتفاظ بالفاكهة على درجات حرارة منخفضة قد يصيب نكهتها كالمشمش والطماطم التى تتأثر إذا إحتفظ بها على درجة حرارة أقل من ٢٠°م. ولكن بعض الفواكه يمكن الإحتفاظ بها على درجة حرارة منخفضة لمدد إذا أزيلت من هذه الدرجة قبل النضج كما هو واضح فى الجدول رقم (١).

وينصح عادة برطوبة عالية مابين ٩٠-٩٣٪ لتخزين الفواكه خاصة لأكثر من ٣-٨ يوماً.

والفواكه بعد حصادها تستمر فى التنفس بمعدل يتوقف على درجة الحرارة ونضج الفاكهة. وينتج عن ذلك حرارة ولذا تبرد الفاكهة أثناء النقل والتخزين.

كما ينتج غار الإيثيلين أثناء نضج الفاكهة بكميات صغيرة ولكنها فعالة والمعروف أن الإيثيلين هرمون نباتى طبيعى وهو على ذلك قد يسبب نضجاً أكثر فى الفاكهة المجاورة وقد يحدث عنه تغيرات خلالية - شيخوخة - مثل الإصفرار والذبول.

وينتج عن النضج زيادة إستساغة الفاكهة فبعض الفواكه مثل التفاح والكمثرى والموز والمانجو تحتوى نشا يتحلل إلى سكريات مذاقها حلو بينما معظم الفواكه لاتحتوى نشا بكميات جوهرية وعلى ذلك فالسكريات العديدة المكونة لجدار الخلية تتحول إلى سكريات. وفى فواكه أخرى مثل المشمش والبرتقال والطماطم لايزيد محتوى السكر كثيراً أثناء النضج وترجع الزيادة فى الإستساغة فى هذه الحالة إلى فقد الأحماض أو التانينات غير المستساغة.

وترجع قيمة الفاكهة إلى حجم ونضج ولون ولمعان وشكل الفاكهة وخلوها من عيوب المظهر ويمكن التحكم إلى حد فى القيمة التجارية بإرتباطات بين عمليات ماقبل الحصاد مثل الصنف والإختيار وعمليات الخف وعمليات الرى ونضج الحصاد وبين طرق مابعد الحصاد مثل التدريج بالحجم والتدريج وظروف التخزين وإن كانت التغيرات الموسمية تؤثر على عوامل الجودة. فمثلاً التغيرات فى سطوع الشمس نتيجة لوجود سحب تؤثر كثيراً على نكهة الفواكه غير الحرجة حتى لو جمعت عند طور النضج الأمثل وتغيرات سطوع الشمس ودرجات الحرارة والماء والريح والأوبئة والأمراض ... ألخ. التى تسبب تغيرات جوهرية فى اللون

والقوام وعيوب المظهر وفى مدى التعرض للأمراض.

والقوام يتأثر؛ فالتفاح إذا ترك على الشجرة ليصبح زائد النضج يمكن أن يصبح ناعماً بينما درجات الحرارة العالية قبل الحصاد أو زيادة النضج تجعل الكمثرى خشنة أو خشبية. وقد يحدث نفس الشيء أثناء التخزين.

ونقص بعض المعادن مثل الكالسيوم والبورون والموليبدنم يمكن أن يؤثر على شكل الفاكهة والعيوب الداخلية وتغيرات التخزين ونسبة عالية من الكالسيوم : البوتاسيوم تقلل النعومة فى التفاح وإضافة سماد البوتاسيوم يزيد من الحموضة فى الموالح وهذا عامل مرغوب. وزيادة سماد النتروجين يعطى نمواً ورقياً مما ينتج عنه تكوين سكر أكثر وفاكهة أكثر حلاوة.

جدول (١): خواص الفواكه المعتدلة مع أربعة فواكه إستوائية للمقارنة.

الفاكهة	الإنتاج العالمى ×١٠^٣ طن	المقدرة على النضج بعد الحصاد	درجة حرارة التخزين الموصى بها (°م)	عمر التخزين المحتمل	معدل التنفس (مجم ك أ٢/كجم/ساعة)	
					عند درجة حرارة التخزين	عند ٢٠°م
المناطق المعتدلة						
عنب Grapes	٥٩١٥٨	لا	صفر	١ – ٥ شهر	١ – ٣	٢٠ – ٢٥
برتقال Oranges	٥٠٦٣٠	لا	٥ – ٧	٣ – ١٢ أسبوع	٤ – ٧	٢٢ – ٣٤
تفاح Apples	٤٠٢٢٦	نعم	٢ – ٣	٣ – ١٢ شهر	٢ – ٦	٢٠ – ٤١
بطيخ Watermelons	٢٨٤٢٣	لا	٥ – ١٠	٢ – ٣ أسبوع	٣ – ٤	١٧ – ٢٥
كمثرى Pears	٩٦٧٥	نعم	-١,٥ – ٠,٥	٢ – ٧ شهر	٣ – ٧	٣٠ – ٧٠
قاوون/شمام أصفر Cantaloupes	٨٩٠٧	نعم	صفر – ٥ أ	١ – ٤ أسبوع	٥ – ١٠	٤٥ – ٦٥
خوخ Peaches	٨٥٨٦	نعم	صفر	٢ – ٣ أسبوع	٤ – ٦	٥٩ – ١٠٢
برقوق Plums	٦٥١٨	نعم	-٠,٥ – صفر	١ – ٤ أسبوع	٢ – ٣	١٨ – ٢٦
ليمون أضاليا Lemons	٦١٩٤	لا	١٠ – ١٥	١ – ٢ شهر	٦ – ٢٣	٧ – ٢٥
جريب فروت Grapefruit	٥٠٤٣	لا	١٤ – ١٦	١ – ١,٥ شهر	١٠ – ١٨	١٣ – ٢٦
فراولة Strawberry	٢٣٦٢	لا	صفر	٥ – ٧ يوم	١٢ – ١٨	١٠٢ – ١٩٦
مشمش Apricots	٢١٦٢	نعم	-٠,٥ – صفر	٢ – ٣ أسبوع	٥ – ٦	٢٩ – ٥٢
أفوكادو/زبدية Avocados	١٤٥٩	نعم	٨ – ١٠	٣ – ١٠ أسبوع	٢٠ – ٣٠	٧٤ – ١٥٠
كشمش Currants	٥٨٢	لا	-٠,٥ – صفر			
توت عليق Raspberries	٣٧٥	لا	-٠,٥ – صفر	٢ – ٣ يوم	١٨ – ٢٥	≥ ١٠٠
المناطق الإستوائية						
موز Bananas	٤٣٦٨٥	نعم	١٣,٥ – ١٥	٤ – ٢١ يوم	٢١ – ٧٥	٣٣ – ١٤٢
مانجو Mangoes	١٥٠٦٣	نعم	١٠ – ١٣	٢ – ٦ أسبوع	٤٥ – ١٥٠	٧٥ – ٢٠٠
أناناس Pineapples	٩٧٩١	لا	٦ – ٢٠	٢ – ٤ أسبوع	٤ – ٧	٢٨ – ٤٣
بباظ Papaya	٣٨٦٦	نعم	٧ – ١٣	١ – ٣ أسبوع	٤ – ١٠	٢٢ – ٣٩

أ: ليس مصنف شهد العسل.

وتنتج مصر ٥٥٥ × ١٠^٣ طن من العنب، ١٣٧٠ × ١٠^٣ طن برتقال، ٣٧ × ١٠^٣ طن تفاح ، ١٤٠٠ × ١٠^٣ طن بطيخ ، ٦٠ × ١٠^٣ طن كمثرى ، ٤٨٥ × ١٠^٣ طن شمام وبطيخ ، ٣٥ × ١٠^٣ طن خوخ ، ٤٠ × ١٠ ٣ طن برقوق.
(Macrae)

فواكه المناطق الإستوائية

بالنسبة للفواكه الإستوائية فإن إستهلاكها معظمه يحدث في مناطق إنتاجها كما يحدث لها تعليب وتجفيف وتجميد وتحويل إلى عصير وذلك مثل الأناناس والمانجو. كما أن الموز يحول إلى بيرة، كما تعالج به القرح في أجزاء من أفريقيا.
والتمر هندى يصنع منه مشروبات كحولية وغير كحولية كما يستعمل كملين وفي علاج حالات الحرارة. كما يستعمل البباظ في معالجة البكتيريا السالبة لجرام.
ويلاحظ أن عدد الأصناف في كل جنس ربما يكون كبيراً بحيث أن إختيار صنف يصبح عملية صعبة ففي الهند يوجد أكثر من ٥٠٠ صنف من المانجو *Mangifera indica*.
وتخزين الفاكهة الإستوائية أصعب من تخزين الفاكهة من المناطق المعتدلة فهي تتدهور سريعاً بعد الحصاد ومعرضة أكثر لهجوم المُمْرِضَات وعلى ذلك فهي تصبح غير مأكلة إذا خزنت على درجات الحرارة المحيطة في خلال أيام. وتحت الظروف المناسبة فحياة التخزين لاتتعدى أسابيع قليلة.
والفاكهة الإستوائية مصدر فقير للبروتينات والدهون (الجدول ٢) ولكنها تعطي كميات ملحوظة من الأحماض الأمينية (تربتوفان، ميثيونين والليسين) وحمض الأسكوربيك والأحماض الأخرى كحمض الماليك والطرطريك والكاروتينات وفيتامين هـ والكربوايدرات والألياف (الهيميسيليولوزات والسيليولوز والمواد البكتينية والبوليمرات المعقدة مثل اللجنين). كما تعطي تركيزات منخفضة من المعادن: كالسيوم (٨-١٢٥مجم)، الحديد (٠,٤ - ١,٦مجم)، بوتاسيوم (٨٤ - ١٧٠ مجم)، صوديوم (٣-٢٨ مجم) والفوسفور (٢٤ - ٦٤مجم).
وبعض الفواكه الإستوائية مثل موز الجنة وفاكهة الخبز تعمل لإعطاء كربوايدرات تماماً مثل البطاطس.
ويتأثر محتواها من المغذيات بالصنف ومنطقة النمو والنضج عند الحصاد فهي تتغير كثيراً أثناء النضج فيتحول النشا إلى سكريات وتنتج الأحماض العضوية ويزداد تركيز المعادن والماء فيزداد السكر في الأناناس من ٤٪ - ١٥٪ في الأسبوعين الأخيرين من النضج.
كما أن تحضير الفاكهة الإستوائية للإستهلاك هام فهي قد تطبخ وإلا كانت مسهلة/ملينة.
(Macrae)

فلفل (في مصر) وفليفلة (في الشام)

الفلفل والتشيلي pepper & chillies

الإسم العلمي	*Capsicum*
الفصيلة/العائلة: الباذنجانية	Solanaceae

هذا الجنس الذى ينتمي لهذه العائلة والتي تشمل أيضاً الطماطم والباذنجان والبطاطس تُسْتَخْدَم ثماره لغرضين مختلفين: كتابل حريف (الفلفل الأحمر والتشيلي والكاين cayenne).

جدول (٣): تكوين فاكهة إستوائية مختارة (كل ١٠٠ جم من الجزء المأكلة).

الإسم العربى	الإسم الإنجليزى	الإسم اللاتينى	الطاقة (كيلوكالورى)	الرطوبة (٪)	البروتين (جم)	الدهن (جم)	الكربوايدرات الكلية (جم)	الألياف (جم)	الرماد (جم)	الكالسيوم (مجم)	الفوسفور (مجم)	الحديد (مجم)	فيتامين أ (ميكروجرام)	ثيامين (مجم)	ريبوفلافين (مجم)	حمض النيكوتينيك (مجم)	حمض السكوربيك (مجم)
سبوتة	Sapodilla, chico	*Achras zapota*	٩٤	٧٥,٠	٠,٥	١,١	٢٣,٠	١,٦	٠,٤	٢٤	١٠	١,٠	١٠	٠,٠١	٠,٠١	٠,٢	١٥
أناناس	Pineapple	*Ananas comosus*	٥٢	٨٥,٤	٠,٤	٠,٢	١٣,٧	٠,٤	٠,٣	١٨	٨	٠,٥	١٥	٠,٠٨	٠,٠٤	٠,٢	٦١
قشدة أمريكية	Cherimoya	*Annona cherimola*	٨٢	٧٦,٦	١,١	٠,٢	٢١,٣	١,٩	٠,٨	٣٤	٣٥	٠,٦	صفر	٠,٠٩	٠,١١	٠,٩	١٧
قشدة شائكة الثمر	Soursop, guanabana	*A. muricata*	٦٠	٨٣,١	١,٠	٠,٤	١٤,٩	١,١	٠,٦	٢٤	٢٨	٠,٥	٥	٠,٠٧	٠,٠٥	٠,٩	٢٦
شجرة الخبز	Breadfruit	*Artocarpus communis*	٨١	٧٧,٣	١,٣	٠,٥	٢٠,١	١,٨	٠,٨	٢٧	٣٣	١,٩	آثار	٠,١٠	٠,٠٦	٠,٧	٢٩
جاكية	Jakfruit	*A. heterophyllus*	٩٨	٧٢,٠	١,٣	٠,٣	٢٥,٤	١,٠	١,٠	٢٢	٣٨	—	—	٠,٠٣	٠,٠٦	٠,٤	٨
رشدية كارامبولة	Carambola	*Averrhoa carambola*	٣٦	٩٠,٠	٠,٥	٠,٣	٨,٨	٠,٦	٠,٤	٥	١٨	٠,٤	٩٠	٠,٠٤	٠,٠٢	٠,٣	٣٥
سبوتة	Mamey sapote	*Calocarpus mammosum*	١٢١	٦٥,٦	١,٧	٠,٤	٣١,١	٢,٠	١,٢	٤٠	٢٨	١,٠	١١٥	٠,٠١	٠,٠٢	٢,٠	٢٢
بباظ (ناضج)	Papaya (ripe)	*Carica papaya*	٣٢	٩٠,٧	٠,٥	٠,١	٨,٣	٠,٦	٠,٤	٢٠	١٣	٠,٤	١١٠	٠,٠٣	٠,٠٤	٠,٣	٤٦
سبوتة بيضاء	White sapote	*Casimiroa edulis*	٦٥	٨٢,٠	١,٤	٠,٤	١٥,٧	١,٧	٠,٥	٨	١٨	٠,٢	١٥	٠,٠٤	٠,٠٧	٠,٥	٢٣
تفاح نجمى (ناضج)	Star-apple caimito (ripe)	*Chrysophyllum cainito*	٦٨	٨٢,٨	٠,٨	١,٦	١٤,٥	١,٠	٠,٣	٢١	١٧	٠,٨	٥	٠,٠٤	٠,٠٣	١,٠	١١
ليمون كبير	Pummelo	*Citrus grandis*	٣٤	٩٠,٣	٠,٦	٠,٢	٨,٥	٠,٨	٠,٤	٢٦	٢٦	٠,٥	صفر	٠,٠٤	٠,٠٢	٠,٠٢	٣٥
سبوتة سوداء	Black sapote	*Diospyros digyna*	٦٦	٨٢,٠	٠,٧	١,٢	١٥,٠	١,٦	١,١	١٨	٢٦	١,٢	٤٠	٠,٠٢	٠,٠٣	٠,٢	٢٩
دوريان	Durian, civet	*Durio zibethinus*	٦٧	٨١,١	٢,٢	٠,٨	١٤,٨	١,٦	١,١	٨	٣٨	٠,٧	١٠	٠,٣٥	٠,٢٠	٠,٧	٢٤
قرنفل	Grumichama	*Eugenia dombeyi*	٥٣	٨٥,٣	٠,٦	٠,٣	١٣,٤	٠,٦	٠,٤	٤٠	١٤	٠,٥	٢٠	٠,٠٤	٠,٠٣	٠,٣	١٩
جوز جندم	Mangosteen	*Garcinia mangostana*	٦٠	٨٤,٩	٠,٥	٠,١	١٤,٣	—	—	١٠	٢٠	—	—	—	—	—	—
ليتشية	Lychee	*Litchi chinensis*	٦٠	٨٣,١	٠,٨	١,٠	١٥,٧	٠,١	٠,٣	٥	٣١	١,١	صفر	٠,٠٢	٠,٠٣	٠,٩	٧٢
أبيو	Abiu	*Lucuma caimito*	١٤٠	٦٠,٦	١,٤	٠,٤	٣٦,٣	٠,٩	٠,٩	٢٢	٤١	١,٠	١٣٠	٠,٠٢	٠,٠٢	٣,٤	٤٩
مانجو (ناضجة)	Mango (ripe)	*Mangifera indica*	٥٩	٨٣,٥	٠,٥	٠,٢	١٥,٤	٠,٨	٠,٤	١٢	١٢	٠,٨	٦٣٠	٠,٠٥	٠,٠٦	٠,٤	٥٣
موز الجنة (ناضج)	Plantain (mature)	*Musa paradisiaca*	١٢٢	٦٥,٦	١,٠	٠,٣	٣٢,٣	٠,٥	٠,٨	٨	٣٤	٠,٨	١٧٥	٠,٠٦	٠,٠٤	٠,٠٦	٢٠
موز عادى (ناضج)	Common banana (mature)	*M. sapientum*	١١٠	٦٨,٨	١,٢	٠,٢	٢٩,٠	٠,٤	٠,٨	٧	٢٨	٠,٥	٦٥	٠,٠٤	٠,٠٤	٠,٧	١٥
	Jaboticaba	*Myrciaria cauliflora*	٤٦	٨٧,١	٠,١	٠,٠	١٢,٦	٠,١	٠,٢	٦	٩	٠,٥	صفر	٠,٠٢	٠,٠٢	٠,٢	٢٣
أبو سبعة ألوان	Sweet granadilla	*Passiflora ligularis*	٩٤	٧٦,٣	٢,٤	٢,٨	١٧,٣	٤,٢	١,٢	١٠	٦٤	٠,٩	٥	٠,٠٠	٠,١١	١,٦	٢٠
مادرونو	Madrono	*Rheedia madruno*	٤٦	٨٧,٢	٠,٦	٠,١	١١,٩	١,٠	٠,٢	١٢	٢٢	٠,٤	صفر	٠,٠٦	٠,٠٤	٠,٣	٦
سانتول	Santol	*Sandoricum koetjape*	٤٦	٨٧,٠	٠,٨	٠,١	١١,٨	٠,١	٠,٣	٤	١٧	٠,٤	صفر	٠,٠٥	٠,٠٣	٠,٧	٨٦
يوجينية/قرنفول	Malay apple	*Syzygium malaccense*	٣٢	٩٠,٩	٠,٦	٠,١	٨,٠	٠,٧	٠,٤	٦	١٦	٠,٤	آثار	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٣	١٣

والخضر غير حريفة ولكنها تصلح كمصدر ملون وللنكهة (الفلفل الأجراس أو الحلو والبابريكا والبيمنت pimento). والثمار تستخدم طازجة أو بعد المعاملة وهذه تشمل عادة التجفيف والطحن. والراتنجات الزيتية oleoresins قد تحل محل الفاكهة كلها أو مسحوقها.

والإسم تشيلي chilli يأتى من أحد اللغات المحلية فى المكسيك والإسم فلفل pepper من اليونانية والبيمنت pimento من اللاتينى للكلمة pigment والإسم مالاجويتا malagueta أستخدم فى العالم القديم للتابل. وهذه الأسماء فلفل والبيمنت والمالاجويتا توجد فى الجدول (١).

والـ *Capsicum* يحتوى ٢٠ نوعاً يستخدم منذ ٥٠٠٠ سنة وإختيار الإنسان إنتج إختلافات فى الحجم والشكل واللون والحرافة وهذه المتنوعات أعتبرت فى بعض الأوقات أنواعاً معينة مثل *C. grossum* و *C. longum* وهى لازالت تستعمل إلى حد ما. والآن يعرف خمسة أنواع مستأنسة *C. annum* و *C. frutescens* و C. *chinese* و *C. bacatum* و *C. pubescens* وقد تم إستئناسها مستقلة الواحدة عن الأخرى.

والفلفل الأجراس غير الحريف والكبير والبابريكا والبيمنت مع الفلفل الصغير الحريف جداً وكذلك التشيلى المكسيكى مثل انشو وجالابينو كلها تتبع *C. annum* فهذا هو أكثر الأنواع إنتشاراً وأهمية إقتصادية. وهناك عدم إتفاق بين النباتيين عما إذا كانت *C. frutescens* هى نوع مستقل أم نوع من أنواع *C. annum*.

وأكثر فلفل زراعة هو *C. chinese* وله عبير ونكهة مميزتان ثم هناك *C. baccatum* و C. *pubescens* والذى يعرف ببذوره الغامقة البنية المسودة.

الشكل الخارجى والتشريحى للثمار
morphology & anatomy of the fruits

فى كل الفلفل التشيلى الثمرة عنبية (الحمية غير متفتحة indeheocent ذات بذور عديدة) وهى غير عادية فى إنها مجوفة غير مملوءة باللب مثل الطماطم. وفى الفلفل البرى الثمار الحمراء الصغيرة تحمل فوق النورة حتى تكون ظاهرة للطيور والتى يبدو أنها عوامل طبيعية لنشر البذرة. وعندما تنضج الثمار فإن طبقة فاصلة تتكون مابين قاعدة الثمرة والكأس بحيث يمكن إزالة الثمرة من النبات. وهذه الطبقة لاتظهر فى الفلفل المستأنس وعلى ذلك فالثمار تبقى على النبات حتى تحصد بواسطة الإنسان. وثمار الفلفل المستأنس قد تكون حمراء مثل الأصناف البرية أو من ألوان أخرى. وفى الأصناف المستأنسة الثمار متدلية تحمى بالخضرة من الطبيعة والشمس والطيور. ومواد طريقة الفصل أو موضع الثمرة فإنه ينظم بواسطة مورث واحد.

والتغيرات الأخرى المتصلة بالإستئناس تختص بالحجم والشكل والحرافة. والثمار الحريفة جداً للفلفل البرى عادة لاتزيد عن ١سم فى الطول وهى مستساغة للطيور حتى أنه من النادر أن توجد ثمار ناضجة. والفلفل المستأنس قد يكون له ثمار أكبر حتى ١٥ سم أو أكثر فى الطول وقد يكون حريفاً جداً وبعضها متوسط الحرافة وبعضها

ينقصه الحرافة تماماً. والحجم والحرافة خاصيتان مستقلتان وراثياً. والثمار البرية مستديرة أو مخروطية بينما المستأنسة لها أشكال مختلفة ومعظم الفلفل الحريف الأسيوى له ثمار طويلة متدلية.

جدول (١): النباتات التى لها أسماء ٠لفل وبيمنت ومالاجويتا.

الإسم العلمى scientific name	الأسماء العامة	الإستخدام والموطن
Anacardiaceae		
عائلة المانجو والفستق والكاشو	شجرة الفلفل وحب الفلفل الوردى	تابل فى الإنديز
Schinus molle		
Annonaceae عائلة سفرجل هندى		
Xylopia aethiopica	فلفل جينى والحب الأفريقى	تابل فى أفريقيا الإستوائية
Xylopia spp.	مالاجويتا وبيمنت والماكاو (فلفل القرد)	تابل فى أمريكا الإستوائية
Myrtaceae عائلة القرنفل والجوافة		
(*Eucalyptus* family)		
Pimento dioica	فلفل جامايكا وبيمنت وفلفل أفرنجى	تابل فى الكاريبى
Piperaceae عائلة الفلفل		
Piper nigrum	فلفل أسود وأبيض وأخضر	تابل فى الهند
Solanaceae عائلة البطاطس والطماطم والطباق		
Capsicum spp.	فلفل أحمر وفلفل تشيلى والشطة والآجى والمالاجويتا	تابل فى أمريكا الإستوائية
أصناف غير حريفة		
Capsicum annum	فلفل حلو وجرس وأخضر أو أحمر وبيمنت ومانجو	خضر فى المكسيك
Rutaceae عائلة الموالح		
Zanthoxylum spp.	فلفل زيشوان والرماد الشائك الصينى	تابل فى المطبخ الصينى فى الشرق الأقصى
عائلة جنزبيل وحبهان وعائلة الكركم		
Zingiberaceae		
Aframomum melegueta	فلفل ميليجويتا وحبوب الجنة وحبوب غينى	تابل خاصة للمشروبات الكحولية فى غرب أفريقيا

وفى كل ثمار الـ *Capsicum* الجدار الخارجى أو الغلاف الثمرى الخارجى pericarp يحيط بفراغ داخلى يحتوى البذور. والغلاف الثمرى الخارجى يختلف فى السماكة ومحتوى الرطوبة. والثمار التى تستخدم طازجة لها غلاف ثمرى سميك بينما التى تستخدم جافة أو بعد الطحن لها غلاف ثمرى أرفع

وطبقات أقل من الخلايا ومحتوى أقل من الرطوبة. وفقد الرطوبة من الغلاف الخارجي يؤخر بأدمة خارجية غير منفذة وهي غير مهضومة وقد تكون جَشِبَة ولكنها تسبب طول عمر الرف للفلفل الخضروات. وأدمة البيمنت تزال قبل التعليب ولكن أدمة الفلفل الكأس لاتزال قبل الأكل وعندما تستخدم جافة فالفلفل الذى يفقد رطوبة أسرع بدون إنكماش يُفَضَل وهذه الثمار لها أدمات أرفع.

وتوجد طبقة من خلايا كبيرة تحت البشرة الداخلية مباشرة من الغلاف الثمرى تغطي السطح الداخلي لجدار الثمرة تظهر "بقرح blistered" مميزة وقد يساعد في تمييز أجزاء من غلاف ثمرة الـ *Capsicum* من الملوثات في التابل المطحون.

وفي فلفل التشيلي البرى يتكون داخل الثمرة من غرفتين أوكربلتين مفصولتين من الداخل بجدار داخلي أو حجاب. والبذور متصلة بنسيج إسفنجي يسمى المشيمة والذى يتكون من الحجاب. والثمار الكبيرة تتكون غالباً من أكثر من كربلتين وعلى ذلك فلها حجاب داخلي إضافي. وبجانب الحجاب الحقيقى (جدار الكربلة) فحجاب كاذب قد يتكون كنمو خارجي من أى من الجدار الداخلي للغلاف الثمرى أو الحجاب الحقيقى. والحجاب الداخلي يتكون أحسن عند نهاية سويق الثمرة وكثيراً مالايستطيع الوصول إلى القمة وعلى ذلك فمعظم البذور تحمل على مشيمة نصف دائرية عند نهاية سويق الفجوة الوحيدة للثمرة. وكلا الحجاب الحقيقى والكاذب قد يكون مغطى بنسيج مشيمى.

الخواص الخاصة special characteristics

اللون color

الغلاف الثمرى الأوسط أو الطبقة المتوسطة mesocarp مسئول عن لون كل من الثمار الناضجة وغير الناضجة وخلاياه تحتوى بلاستيدات وهى فى الثمار غير الناضجة تحتوى عادة كلوروفيل وكمية الكلوروفيل تختلف وبالتالى ظل اللون الأخضر يختلف فى الأصناف المختلفة وأحياناً يغيب الكلورفيل والثمار غير الناضجة يكون لونها كريمى أبيض. والثمار غير الناضجة قد تحتوى صبغات أنثوسيانين ذائبة فى النسغ لونها أرجوانى وهى غالباً موجودة فى الجانب من الثمار المعرض للشمس. ولكن فى صنف واحد من الفلفل الجرس وفى بعض الفلفل للزينة فإن الثمار غير الناضجة موحدة فى لون أرجوان الباذنجان. وعندما تنضج الثمار يختفى كل من الكلورفيل والأنثوسيانين وتتحول البلاستيدات الخضراء إلى بلاستيدات ملونة والتى تحتوى على صبغات كاروتينية مسئولة عن الألوان الحمراء والصفراء فى الثمار الناضجة وتتكون بلاستيدات ملونة جديدة. والفواكه غير الناضجة التى تفتقد الكلورفيل قد تنضج حمراء ولكن الأحمر أغمق فى الثمار التى كان لونها إخضراً غامقاً عندما لم تكن ناضجة.

وألوان الثمار الناضجة تتوقف فى الكم والكيف على صبغات الكاروتينويد (الجدول ٢). ومورث يحدد ما إذا كانت الكاروتينويدات الحمراء تتكون

ومـورث آخـر يؤثـر علـى كميـة الصبغـات الناضجـة والصبغات الوراثية متضادة الصفات alleles تنتج صبغات حمراء بكميات عادية. والفلفل ذو الثمار فى لون الشكولاتة البنـى متجانسـة الا 'قحـات متنحيـة الصبغـات الوراثيـة متضـادة الصفـات alleles مـن مـورث ثـالث يمنـع تكسـر الكلوروفيـل. وإتحـاد الكاروتينويدات الحمراء والكلوروفيل الأخضر يظهر كبنى والذى يمنع تخليق الصبغات الحمراء ويمنع تكون الصبغة ولذا تظهر الثمـار دائماً خضراء عندما تصبح كاملة النضج.

جدول (٢): تأثير جـودة الصبغة وكميتها علـى لـون الثمار فى الـ *Capsicum*.

كمية الصبغة	جودة الصبغة	
	صبغات حمراء موجودة	صبغات حمراء غائبة
عادى	حمراء	برتقالى-أصفر
ناقص قليلاً	تانجرين	أصفر ليمونى
موجود بآثار فقط	وردى	كريمى

ويعتقـد أن كـاروتينويدات ثمـار الـ *Capsicum* تخلق بالطريق الظاهر فى الصورة (١) وأثناء نضج الفلفل الأحمر فإن كل الكـاروتينويدات تزيـد ٣٥ مرة. ونصفها مخلق من جديد بينما الباقى يمثـل إستمرار تخليق للكاروتينويدات مثـل β-كـاروتين والليوتيـين lutein والفيولازانثـين violaxanthin والنيوزانثين neoxanthin والتى هى موجودة فى كلوروبلاستيدات الثمـار غير الناضجـة. والصبغـات الحمـراء تتكـون مـن ثـلاث كيتوكـاروتينويدات: كابسـانثين capsanthin (٣٠-٦٠٪) مـن الكـاروتينويدات الموجـودة) وكابسـوروبين capsorubin (٥ – ١٥٪) وكربتوكابسـين cryptocapsin (حـوالى ٥٪). والكـاروتينويدات الحمراء للـ *Capsicum* ليست كتلك الموجـودة فى الثمار الحمراء الأخرى مثـل الطمـاطم لأنـها تحتـوى علـى حلقـة بنتـانول دائريـة cyclopentanol. ولكن كابسازانثين وكابسوروبين توجـد أيضـاً فـى أجنـاس ليـس لهـا علاقـة بالـ *Capsicum* فمثلاً فى الأزهـار الحمراء والبرتقالية للـ *Lilium* والـ *Berberis*. وثمار الـ *Capsicum* التى لها لون أصفر لاتستطيع تخليق الكـاروتينويدات الحمراء وتُجَمِّـع بـدلاً منـها ليوتيـين lutein و α-كريبتوزانثـين و α- كـاروتين. والمظـهر الوراثــى/ المجموعة الوراثية genotypes الذى تنقص فيه كمية الصبغات فى الثمار الناضجة يظهر أنها تحتـوى كميات عادية مـن β-كـاروتين و β-كريبتوزانثـين ولكن بها كميات أقل من الصبغات المشتقة من هذه المركبات.

وتَكَسُّر الصبغـات الحمـراء لايمنـع بواسـطة السـلق وعلى ذلك فهى ليست ناتجة من فعل الإنزيمـات ولكنها تؤخـر بواسـطة مضـادات الأكسـدة. وهنـاك عمليتان يبدو أنهما يعمـلان: تكسر تأكسدى تلقائى ومُسَرَّع بالحرارة وهدم محفز ذاتياً autocatalytic فـى الضـوء والـذى يشـمل إمتصاصـاً مباشـراً لطاقـة الضوء.

العبير aroma

العبير المميز لثمار الفلفل ينتج عـن نقيطـات مـن زيت طيار فـى خلايا الغلاف الوسطى وهـى تزيـد

فى الكمية بنضج الثمار وتتكون من خليط من ميثوكسى بيرازين methoxypyrazine وكحولات أليفاتية وإسترات وأهم مكون هو ٢-ميثوكسى-٣- مشابه البيوتيل بيرازين 2-methoxy-3-isobutylpyrazine وهو له أقل عتبة من بين المركبات المختبرة فهو يُتَعَرَّف عليه على مستويات ٢ جزء فى ١٠^١٢ جزء ماء. والميثوكى بيرازين يوجد فى كل من الفلفل الأخضر والناضج والحريف وغير الحريف وقد وجد بكميات أصغر من الـ *Capsicum* فى البطاطس والفاصوليا. أما الكحولات الأليفاتية والإسترات فتتكون عندما تنضج الفواكه وهى على مايظهر مسئولة عن المكونات الفاكهية والزهرية للعبير.

الحرافة pungency

حرافة الثمار أستخدمت لتمييز الـ *Capsicum* من الأجناس المتصلة. والتأثير الحسى ينتج عن مجموعة من المركبات تعرف بإسم الكابسايسينويدات capsaicinooids (الجدول ٣) منن بينها يسود كل من كابسايسين capsaicin ن-(٤-أيدروكسى-٣-ميثوكسى بنزايل)-٨-ميثيلنون-ترانس-٦-اينامايد N-(4-hydroxy-3-methoxybenzyl)-8-methylnon-trans-6-enamide وثانى أيدروكابسايسين dihydrocapsaicin. والكابسايسين لايذوب فى الماء ولكن يذوب فى الكحول والأسيتون والإيثير والمذيبات الأخرى. وهو ينتج فى الثمار فيظهر بعد الإزهار بأسبوعين ويبلغ النَّجْد plateau بعد أربعة أسابيع من الإزهار وتؤثر درجة الحرارة خاصة درجة حرارة الليل على تكوين وتجمع الكابسايسينويدات وهى تخلق فى الخلايا البشرية من المشيمة فى الفجوات بدلاً من السيتوبلازم ربما بسبب أنها تثبط الفسفرة المؤكسدة وبذا تكون سامة للسبحيات. وإزالة البذور والمشيمات والتى هى متصلة بها ينقص الحرافة بدرجة كبيرة بالرغم من أن البذور لاتحتوى أى كابسايسينويدات.

والتخليق الحيوى للكابسايسينويدات يشتمل على طريق واحد من فينيل ألانين إلى فانيليلامين vanillylamine وطريق من فالين أو لوسين إلى مشابهات الأحماض المقابلة ويتبع ذلك تكثف مع الفانيليلامين vanillylamine مع الأحماض الدهنية المُنَشَّطَة. والضوء المستمر يعمل على تكوين الكابسايسينويدات أثناء النضج بعد الحصاد للأصناف غير الحريفة (*C. annum*).

والكابسايسين واحد من أكثر المركبات الحريفة المعروفة ويتعرف عليه بالمذاق فى تخفيف جزء فى ١٥ - ١٧ جزء فى المليون. وتوجد المركبات الحريفة من بعض النباتات الأخرى ففى الزنجبيل والفلفل الأسود. والذواقة/المتذوقون المتمرنون لم يستطيعوا التفرقة مابين المُنَشِط النقى الناتج عن هذه المركبات عن ذلك الناتج من الكابسايسين. وجزىء الكابسايسين له ثلاث خواص: مجموعة فانيلايل والإرتباط الحمض-أميد ومجموعة الكايل الجانبية. والتغير فى أى من هذه ينقصه الحرافة. والبيبرين من الفلفل الأسود ينقص مجموعة الفانيلايل vanillyl وله سلسلة جانبية قصيرة مع بديل ذو حجم bulky substituent وحرافتة أقل بدرجتين عن الكابسايسين. أما الجنجرولات gingerols والشوجولات shoguols من

الزنجبيل فلها مجموعة فانيلايل وسلسلة الكايل طويلة - مثل الكابسايسين- ولكن ينقصها رابطة الحمض-أمايد وبذا فهى أيضاً أقل حرافة عن الكابسايسين.

صورة (١): علاقات التخليق الحيوى لصبغات الكاروتينويد فى ثمار *Capsicum* الناضجة.

جدول (٣): تركيب وحرافة الكابسايسينويدات مقارنة بأصول حرافة الزنجبيل والفلفل الأسود.

عتبة الحرافة ١٠° وحدات سكوفيل	التركيب	الإسم
ن-فانيلايل الكايل اميدات (من *Capsicum*)		
١٦٠	أيد٣ك ، أيد — حلقة بنزين — يد٢ك-يدن-أك-(يد٢ك)٤-يدك=يدك-يدك(يد٣ك)٢	كابسايسين
١٦٠	أيد٣ك ، أيد — حلقة بنزين — يد٢ك-يدن-أك-(يد٢ك)٦-يدك(يد٣ك)٢	ثانى ايدروكابسايسين
٩١	أيد٣ك ، أيد — حلقة بنزين — يد٢ك-يدن-أك-(يد٢ك)٥-يدك(يد٣ك)٢	نور ثانى ايدروكابسايسين
٨٦	أيد٣ك ، أيد — حلقة بنزين — يد٢ك-يدن-أك-(يد٢ك)٧-يدك(يد٣ك)٢	هومو ثانى ايدروكابسايسين
٨٦	أيد٣ك ، أيد — حلقة بنزين — يد٢ك-يدن-أك-(يد٢ك)٥-يدك=يدك-يدك(يد٣ك)٢	هوموكابسايسين
٩٢	أيد٣ك ، أيد — حلقة بنزين — يد٢ك-يدن-أك-(يد٢ك)٧-يد٣ك	ن-فانيلايل نوناميد
ن-فانيلايل الكايل كيتونات (من الزنجبيل)		
٠,٨	أيد٣ك ، أيد — حلقة بنزين — يد٢ك-يد٢ك-أك-يد٢ك-يدك(يدأ)-(يد٢ك)ن-يد٣ك	جنجرول
١,٥	أيد٣ك ، أيد — حلقة بنزين — يد٢ك-يد٢ك-أك-يدك=يدك-(يد٢ك)ن-يد٣ك	شوجوال
بايبريدين مستبدل (من الفلفل الأسود)		
١,٠	أ-يد٢ك-أ (حلقة) — حلقة بنزين — يدك=يدك-يدك=يدك-أك-ن (حلقة بايبريدين)	بايبرين

٨٤٨

ولمدة طويلة حرافة الـ *Capsicum* قدرت حسياً بإختبار سكوفيل Scoville وهو بسيط ولكن غير دقيق ولايعطى تكراراً فوزن معين من *Capsicum* يضاف إلى حجم معين من الكحول ويخفف بمحلول سكر إلى عتبة المذاق كما قدرت بواسطة ٣ من ٥ من أعضاء هيئة التذوق. ومعكوس التخفيف يكون بقياس الحرافة فى وحدات سكوفيل (١٥٠٠٠٠ وحدة سكوفيل = ١٪ كابسايسينويدات) ولكن المتذوقون تعبوا بسرعة. ولم يتمكن إختبار سكوفيل من التفرقة بين مختلف الكابسايسينويدات. ويفرق مابين الكابسايسينويدات الآن بواسطة كروماتوجرافيا الغاز وكروماتوجرافيا السائل عالية الأداء وكروماتوجرافيا الطبقة الرقيقة عالية الأداء.

خواص التأثير الدوائى
pharmacodynamic properties

الكابسايسينويدات مسئولة عن كثير من التأثير الدوائى وكذلك الخواص العضوية للـ *Capsicum*. فهى تنشط إنسياب اللعاب وقد تتغلب على فقد الشهية وكذلك تنشط العصير المعوى وبذا تزيد من قرح المعدة شدة وتزيد من الحركة الدودية للقناة الهضمية peristalsis وبذا فلها تأثير مسهل وتزيد من العرق. والأغذية المحتوية على التشيلى تقلل من خطر السداد التجلطى thromboembolism وتخفض من الجليسريدات الثلاثية فى كل من الكبد والسيرم.

والحرق burning والألم تنتج عن تأثير متخصص من الكابسايسين وثانى أيدروكابسايسين على الخلايا العصبية الأولية. والتعرض المتكرر للكابسايسينويدات يؤدى إلى قلة الإحساس desensitization. والأشخاص الذين وضعوا محلول الكابسايسين على ألسنتهم عشر مرات وجدوا أن عتبة المذاق عندهم إرتفعت ٥٠٠٠ مرة. وكذلك عتبات المذاق للمركبات الحريفة الأخرى مثل الزنجبيل والخردل زادت أيضاً. ولكن مقدرتهم على الشعور بالمنشط الملموس أو المذاقات الرئيسية مثل الحلو والملح والحمض والمر لم تتأثر.

كما يستخدم الـ *Capsicum* فى الغرغرة والباستيلية لوجع الزور وخارجياً لتخفيف آلام الروماتيزم واللمباجو والنيورالجيا/الألم العصبى. والكابسايسينويدات تحدث كحة وعطس وتلهب الجلد ولها تأثير مضايق جداً على الأغشية المخاطية فى الأعين والأنف.

القيمة الغذائية nutritional value

أستُخدِم الفلفل الساخن لإعادة الإهتمام بالأغذية النشوية عديمة الطعم وفى إخفاء النكهات غير المرغوبة فى اللحم والمنتجات المخزنة الأخرى. وهى كذلك مصادر جيدة -سواء ساخنة أو حلوة- للفيتامينات خاصة فيتامينى أ، ج وهى مصدر للـ β-كاروتين. والبابريكا معروف أنه مصدر جيد لفيتامين ج فهو يحتوى ٣٤٠مجم/١٠٠ جم ويفقد كثير منها بالتجفيف فالمسحوق يحتوى على ٣٠ - ٦٠مجم/١٠٠جم ولكن يحتفظ بثلثيه فى التعليب ويوجد فيتامين ج أكثر فى الثمار الصغيرة عن الكبيرة وفى الخضراء عن الكريمية فى حالة عدم النضج.

الحصاد والمناولة والمعاملة

harvesting, handling & processing

الفلفل الأخضر والتشيلي الأخضر الطازج يقطف عندما تصل الثمرة إلى الحجم الكامل ولكن البذور تكون لم يكتمل نضجها بعد. وهذا عادة شهر واحد بعد الأزهار أو ٧٠ يوماً من الوضع في التربة وإن إختلفت الأصناف في ذلك وهي تجمع باليد على فترات تتراوح مابين ٧ - ١٤ يوماً على مدة حصاد تبلغ ٣ أشهر. وتجمع عادة بالكأس والساق حيث البكتيريا والفطر قد تسبب عدوى في المكان إذا أزيل الكأس. ويمكن تخزين الثمار المحصودة لمدة ١٤ يوماً ويفضل الأماكن المبردة الرطبة (٧ - ١٠°م ، ٩٥٪ رطوبة نسبية) والتهوية ينصح بها لإزالة الإيثيلين والذى يسرع من نضج الثمار والفلفل الناضج يحصد ٢-٣ أسابيع بعد الفلفل الأخضر ولكن يعامل بنفس المعاملة.

والفلفل الحار يمكن أن يسوق كرقائق مجففة ويزال الساق والكأس والمشيمة والبذور ميكانيكياً ويقطع غلاف الثمرة ويرش بمحلول كبريتيت-بيكبريتيت ويجفف في هواء ساخن. والبيمنت للتعليب له بشرة جَشِبَة خارجية وبشرة من أسفل تزال بالتحميص أو بالمعاملة بالقلوى ثم تُقَوَّر لإزالة المشيمة والبذور وتعلب إما كاملة أو مجزأة.

وقيمة مساحيق الـ *Capsicum* تتوقف على لونها ونكهتها وهذا يتأثر بكيفية الحصاد والمناولة. والبابريكا دائماً من أصناف حمراء الثمار. والنمط الوراثي يؤثر على كمية الصبغة المتكونة ومدى الإحتفاظ بها بعد الحصاد. وتجمع الثمار عندما تكون كاملة النضج وتجفف في الهواء الطلق ٣ أسابيع أو أكثر. وتزداد الصبغة الحمراء في الـ ٢٥ يوماً الأولى بعد النضج ثم تبقى ثابتة حتى ٤٠ يوماً بعد الحصاد حيث تبتدىء في التكسر. ويتطلب الحصاد الميكانيكي أن الثمار ينضج منها ٨٠ - ٩٠٪ في نفس الوقت. وفي المجر تقطع النباتات بالمكن على مستوى الأرض وتفرش على الأرض للجفاف ومابعد النضج. ويستخدم أيضاً التجفيف الصناعي في الهواء الساخن ولكن يجب ألا تزيد درجة الحرارة عن ٨٠°م وإلا تدهور اللون. والسيقان والكؤوس والمشيمة والبذور تفصل من الثمار المجففة لأنها تخفف من اللون ولكن على الأقل ٥٪ من البذور المنظفة تعاد للمساعدة في الطحن. والبذور تحتوى دهناً ولما كانت صبغات الكاروتينويدات تذوب في الدهن فإن إضافة البذور المطحونة يساعد في توزيع اللون بالتساوى ولو أن الدهن قد يصبح زنخاً أثناء التخزين.

والثمار الحريفة يتم تناولها بنفس الطريقة التي يتم بها تناول البابريكا والثمار المحصودة تجفف في الظل أو في هواء ساخن. والأخير ينتج ناتجاً له جودة ثابتة ويحدث به أقل فقد في الثمار المحصودة. والطحن يحدث ميكانيكياً والمسحوق المطحون يدخن لضبط الكائنات الدقيقة ويخزن تحت ظروف جافة باردة وبعيداً عن الضوء لتقليل تكسر الصبغات الحمراء.

ويستخرج من الثمار المجففة والمسحوقة الراتنجات الزيتية وإذا كانت البذور قد طحنت مع الثمار فإن الدهن من البذور يخفف كلاً من اللون والحرافة وبالتالي جودة الراتنج الزيتي. ولكن إذا أزيلت البذور تزداد تكاليف الإنتاج وكذلك ينقص إتاء الراتنج الزيتي وتستخدم مذيبات الأسيتون

وثانى كلوريد الإيثيلين كثيراً والمستخلص يقطر لإزالة المذيب تاركاً الراتنج الزيتى المركز.
(Macrae)

والأسماء: بالفرنسية piment. وبالألمانية Pfeffer spaniosbher، وبالإيطالية peperone، وبالأسبانية pimienta. (Stobart)

فلفل أرناؤوط/فليفلة شائعة common pimento/red pepper

الإسم العلمى *Capsicum annum*

الفصيلة/العائلة: الباذنجانية Solanaceae

الإستخدام

هى ذات مذاق حار لاذع وتستخدم طازجة أو يجفف الأحمر منها ويطحن ويستخدم كمسحوق. ويستخدم منها ثمارها (القرون) المخروطية الطازجة بإعتدال ولايصلح للتخزين إلا القرون الحمراء الناضجة حيث تجفف بتعليقها فى الهواء فتجف ببطء أو بجوار مدفأة أو موقد لتجف بسرعة ثم يحتفظ بها صحيحة أو مطحونة فى إناء محكم. وبعض أصنافها حلو وبعضها حريف.
وهو بإعتدال مدر للبول ويحسن الهضم.

فلفل إفرنجى/البساتين allspice

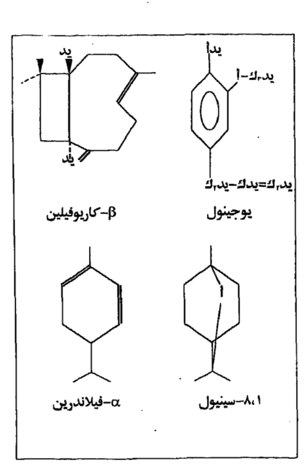
الإسم العلمى *Pimenta officinalis* Lindl. (*Pimento dioica* L.)

الفصيلة/العائلة: الآسية Myrtaceae

العِنَبيَّات المجففة كروية ٤-٧مم فى القطر وصلبة ولونها بنى محمر غامق وسطح العِنبية خشن مع بروزات والقمة تحمل بقايا الكأس والقلم وهناك سويق قصير عند القاعدة .والعنبيات ذات خليتين كل منهما يحتوي على بذرة صلبة بنية غامقة. والغلاف الثمرى الخارجى يحمل ثغوراً وشعر غير ثمرى حتى ١٥٠ ميكرومتر فى الطول. والغلاف الثمرى الوسطى نحو الطبقة الخارجية يتكون من فجوات زيتية مستديرة أو بيضية حتى ٢١٠ ميكرومتر فى القطر. وعدد من الخلايا الحجرية المنتشرة وحدها أو فى مجموعات وتحت ذلك يوجد منطقة من حزم وعائية ليفية والنسيج بارنشيمى ويحتوى على بلورات أكسالات الكالسيوم الحمراء. وتوجد مجموعات من الخلايا الحجرية ٣٠ - ٦٠ ميكرومتر فى القطر ناحية الجانب الداخلى. والغلاف الثمرى الداخلى يتكون من عدة طبقات من البارنشيما المضغوطة.

وهو عطرى وحريف وله نكهة وعبير القرنفل وجوزة الطيب والقرفة والفلفل الأسود ومن هنا إسمه "كل التوابل all spice". وتزال العنبيات من الغصين وهى خضراء باليد وتفرز وتجفف فى الشمس لمدة ٦ - ١٠ أيام وعندما تصبح بنية محمرة كامدة تعبأ فى أكياس جوت.

ويحصل على الزيت من الثمار بالتقطير البخارى ونسبته ٣,٠ - ٤,٠٥٪ وهو فينولى قوى وحريف ويستخدم فى تنكية المخلل والصلصات وفى تحسين نكهة الفاكهة وفى مستحضرات التجميل. ويتكون من ٧٠٪ يوجينول eugenol و β-كاريوفيلين β-caryophylline وميثيل يوجينول methyleugenol و ١،٨-سينيول 1,8-cineole و α-فيلاندرين α-phellandrene.



والأسماء للفلفل الأفرنجي: بالفرنسية jamaique/touf-épiece piment، وبالألمانية Nelkenpfetfer / Jamaikopteffer / Allgewurz، وبالإيطالية pimenta، وبالأسبانية pimiento de jemaica. (Stobart)

فلفل بلدي (مصر)/ فليفلة دغلية
red pepper

الإسم العلمي *Capsicum frutescens*

ثماره حريفة.

فلفل حلو (مصر)/ فليفلة كبيرة
bell pepper

الإسم العلمي *Capsicum grossum* L.

كروى له طعم الخضار ولايؤكل إلا طازجاً مع بعض الأطعمة والسلطات وكمحشي.

فليفلة دقيقة
bird pepper/spur pepper

الإسم العلمي *Capsicum minimum*

وثمارها صغيرة وحريفة جداً وقد تسمى الشطة وإن أطلقت كلمة شطة على أصناف حريفة من النوع الشائع والنوع الدغلي. (الشهابي وأمين رويحة)

الفول
broad bean / faba bean / field beans / horse beans / tick beans / Windsor beans / baakla/backlashim

الإسم العلمي *Vicia faba* L.

الفصيلة/العائلة: القرنية Leguminosae

تحت الفصيلة Papalionoideae or Faboideae

القبيلة Vicieae

والأنواع تقسم إلي: *V. faba paucijaga*

و. *V. faba en-faba*

وتقسم الأخيرة إلي ثلاث:

1. *V. faba* (L.) var. *mino* Beck.
   وهي سميكة مع بذور صغيرة
2. *V. faba* (L.) var. *equina* pers.
   بقول الخيل ولها أحجام متوسطة
3. *V. faba* (L.) var. *major* Harz.
   بقول عريضة مع أكبر بذور

وهو من أقدم المحاصيل فى العالم والسادس من حيث الإنتاج ويزرع فى البلاد النامية ليأكله الإنسان وفى البلاد المتقدمة ليأكله الحيوان.

وتتكون البذور من فلقتين والجنين وغطاء البذرة أو القصعة وتختلف فى الشكل والحجم فالكبيرة مسطحة بينما الصغرى كروية بيضاء أو مخضرة أو بنية أو أرجوانية أو سوداء وهى ٢,٦سم فى الطول مع سرة ظاهرة. ويبلغ متوسط وزن البذرة ٠,٤ - ١,٨ جم منها ٨٧٪ فلقتان و ١٣٪ قصعة.

التكوين الكيماوى

الجدول (١) يعطى التكوين الكيماوى للفول.

جدول (١): التكوين الكيماوى للفول.

المكون	المدى	القشور	الفلقات
٪	٪	٪١٣	٪٨٧
البروتين الخام	٢٠,٣-٤١,٠	٦,٧	٣٤,٥
الكربوايدرات	٥٠,٩-٦٧,٩	١٥,٥	٥٦,٠
الدهن الخام	١,٠-١,٦	٠,٤	١,٩
الألياف الخام	٥,٠-٨,٥	٥٣,٤	٨,٠
الرماد	٢,٧-٣,٧	٢,٦	٣,٥

والقشرة وتكون ١٣٪ من البذرة تكون أهم عوامل تقبل وإستخدام الفول.

البروتين protein

محتوى البروتين

الوراثة وفصل النمو والمكان والإتاء وموضع البذرة على النبات كل هذا يؤثر فى محتوى البروتين فى الفول والأصناف النامية فى الربيع أعطت مستويات أعلا من البروتين عن تلك النامية فى الشتاء كما يظهر من الجدول (٢).

جدول (٢): تكوين الفول النامى فى الربيع وفى الشتاء.

المكون	الربيع	الشتاء
الرطوبة ٪	١١,٨٠	١٤,١٠
بروتين ٪	٢٧,٧٠	٢٣,٣٠
دهن ٪	١,٠٠	٠,٩٥
ألياف خام ٪	٦,٣٠	٧,٠٥
رماد ٪	٣,٥٠	٣,٥٠
مستخلص خال من النتروجين ٪	٤٩,٦٥	٥١,٥٠
الكربوايدرات المتاحة ٪	٣١,٤٢	٤٦,٤٨
كربوايدرات غير متاحة ٪	٢٢,٣٧	١٩,٢٠
أحماض أمينية (جم/١٠٠ جم من الجريش)		
ليسين	١,٦٢	١,٦٦
ميثيونين	٠,١٤	٠,١٨
سيستين	٠,١١	٠,٠٩
أرجينين	٢,٣٢	٢,٠٧
فينيل الانين	١,٣٩	١,٠٩
أيزولوسين	٠,٥٩	٠,٦٠
أحماض أمينية غير ضرورية	١٥,٥٠	١١,١٩

وقد وجد أن محتوى البروتين يرتبط سالباً مع الكربوايدرات وموجباً مع الأحماض الأمينية غير المرتبطة أو النتروجين غير البروتينى.

الأحماض الأمينية

تعتمد قيمة البروتين على بروفيل الأحماض الأمينية والجدول (٣) يعطى الأحماض الأمينية الضرورية. فيوجد إختلاف فى الأحماض الأمينية الضرورية فى الأصناف وعلى أساس المقدار الكيماوى المتوسط فإن الأحماض الأمينية الكبريتية هى المحدد الأول يليها التربتوفان والفالين والأيزولوسين والثريونين.

وإن كان هناك أنواع بتركيزات عالية من التربتوفان والفالين والأيزولوسين والثريونين ولكن لايوجد للميثيونين. ومحتويات الليسين واللوسين والفينيل الانين والتيروسين يبدو أنها كافية إذا قورنت بنظام هيئة الأغذية والزراعة وهيئة الصحة العالمية.

جدول (٣): الأحماض الأمينية الضرورية.

الحمض الأمينى	جم/١٦ جم نتروجين		المقدار الكيماوى المتوسط	نموذج هيئتى الأغذية والزراعة والصحة العالمية
	المدى	المتوسط		
ميثيونين	١,١-٠,٦	٠,٩	٦٠	٣,٥
ستين	١,٥-٠,٧	١,١	٦٠	٣.٥
تربتوفان	١.٠-٠.٦	٠.٨	٨٠	١,٠
فالين	٤,٨-٣,٧	٤,٣	٨٦	٥,٠
أيزولوسين	٤,٤-٢,٦	٣,٥	٨٨	٤,٠
ثريونين	٤,٢-٢,٩	٣,٦	٩٠	٤,٠
ليسين	٦,٤-٥,٥	٦,٠	١٠٩	٥,٥
لوسين	٩,٠-٦,٧	٧,٩	١١٣	٧,٠
فينيل ألانين	٤.٥-٣,٣	٣,٩	١١٨	٦,٠
تيروسين	٤,٧-٢,٥	٣,٦	١١٨	٦,٠

تجزئة بروتينات التخزين

مثل بقية بذور البقول تحتوى الجلوبيولينات على بروتينات التخزين الرئيسية ٤٢٪ وبعضها الجلوتينيلات ٣٠٪ والألبيومينات ٨,٦٪ وقد وجد أن الجلوتيولينات تشمل نوعين يتميزان بثوابت ترسيب وإزالة جزيئية وهى ليجيومين legumin ووزنه الجزيئى ٣٠٠٠٠٠ - ٤٥٠٠٠٠ وفيسيلين vicilin ووزنه الجزيئى ١٥٠٠٠٠ - ٢٥٠٠٠٠ والليجيومين هو السائد. والفيسيلين vicilin عالٍ فى الليسين والفينيل ألانين واللوسين والأيزولوسين بينما الليجيومين أعلا فى الأرجنين والتربتوفان والأحماض الأمينية الكبريتية والثريونين والألانين (الجدول ٤).

جدول (٤): الأحماض الأمينية الضرورية فى الليجيومين والفيسيلين (جم/١٦ جم ن).

الحمض الأمينى الضرورى	فيسيلين	ليجيومين	الجلوبيولينات الكلية
أرجينين	٧,٨	١١,٣	١٠,٣
ليسين	٨,١	٥,٣	٦,٤
تربتوفان	٠,٨	١,٢	١,٠
فينيل الانين	٦.٨	٤.٨	٤.٨
سستين	٠,٣	٠,٧	
ميثيونين	٠,٤	٠,٧	٠,٧
ثريونين	٢,٩	٣,٩	٣,٦
لوسين	٩,٣	٨,٠	٩,٣
أيزولوسين	٥,٢	٤,٠	٤,١
فالين	٤,٣	٤,٤	٤,٦
ألانين	٣,١	٣,٩	٤,١

القيمة البيولوجية للبروتين

الجدول (٥) يعطى نسبة كفاءة البروتين (ن.ك.ب PER) والهضمية الحقيقية (هـ.ح TD) والقيمة البيولوجية (ق.ب BV) وصافى إستخدام البروتين (ص.خ.ب NPU) والبروتين المستخدم وتوجد إختلافات كبيرة فى مقدرة البروتين على دعم النمو والهضمية والقيمة البيولوجية وربما رجع الإستخدام البيولوجى الفقير إلى نقص الأحماض الأمينية الكبريتية ووجود عوامل مضادة للتغذية مثل

التانينات ومثبطات البروتينات واللكتينات والتي تحد من هضمية البروتين ومن إمتصاص الأحماض الأمينية في القناة الهضمية. وقد حسنت إضافة ٠,١٪ ميثيونين القيمة البيولوجية من ٤٥ إلى ٦٧. ولكن حيث أن الفول يطبخ قبل الأكل فيستحسن إجراء تجارب التغذية على الفول المعامل.

جدول (٥): قيمة البروتين في الفول.

المَعْلَم	المدى
نسبة كفاءة البروتين	١,٧ – ٢,٠
هضمية البروتين الحقيقية	٨٢,٠ – ٩٢,١
القيمة البيولوجية	٤٥ – ٥٥
صافي استخدام البروتين	٤٦,٧ – ٤٨,٨
البروتين المستخدم	١٤,٨ – ١٥,٦

الكربوايدرات

الجدول (٦) يعطي الكربوايدرات المتاحة في الفول.

النشا

يكون النشا زيادة عن ٨٠٪ من الكربوايدرات الكلية ويمثل ٥٠٪ من وزن البذرة والأصناف التي زرعت في الشتاء إحتوت نشا أكثر من الأصناف التي زرعت في الصيف ومعظم النشا يوجد في الفلقتين وأثار فقط في القشرة. وحبيبات النشا تتراوح من صغيرة كروية إلى كبيرة بيضية أو حبيبات عديمة الإنتظام ٦ إلى ٣١ ميكرومتر في القطر وكانت درجة حرارة جلتنة النشا ٦١ – ٦٣,٥ – ٧٠°م ونسبة الأميلوز كانت ٢٩,٣٪ بينما الأميلوبكتين المتفرع كان ٦٦,٨٪. وقد وجد أنه كلما كان طول السلسلة طويلاً كان هضمها أقل وقد تسبب إنتاج غازات.

جدول (٦): الكربوايدرات المتاحة في الفول.

كربوايدرات	المدى	المتوسط
كربوايدرات كلية	٥٠,٩ – ٦٧,٩	٥٩,٤
نشا	٤١,٢ – ٥٢,٧	٤٧,٠
أميلوز	٢٢,٠ – ٣٥,٠	٢٨,٥
سكريات	٣,١ – ٧,١	٥,١
سكروز	١,٤ – ٢,٧	٢,١
رافينوز	٠,١ – ٠,٥	٠,٣
ستاكيوز	٠,٥ – ٢,٤	١,٩
فيرباسكوز	١,٦ – ٢,٦	٢,١
ألياف خام	٨,٠	٨,٠
لجنين	٠,٧ – ١,١	٠,٩
سيليولوز	١,٠ – ٤,٨	٢,٩
هيميسيليولوز	٤,٠ – ٦,٠	٥,٠

السكريات

السكريات الذائبة في الإيثانول هي السكروز والرافينوز والاستاكيوز والفرباسكوز. ونسبه الفرباسكوز والاستاكيوز عالية نسبياً وهذه السكريات لها علاقة بإنتفاخ البطن flatulence في الإنسان والحيوان وتشمل الغازات الناتجة الأيدروجين وثاني أكسيد الكربون وكمية صغيرة من الميثان.

الألياف الخام

الألياف الخام حوالي ٨٪ وأكثر من ٦٠٪ منها هيميسيليولوز و ٣٥٪ سيليولوز ومعظمها يوجد في

القشرة (جدول ١) وهى تخفض مستوى الكوليسترول.

إتاحة الكربوايدرات

نسبة الكربوايدرات المتاحة (دكسترين النشا الذائب فى الماء وغير الذائب فيه والسكريات الذائبة فى الإيثانول) إلى غير المتاحة (اللجنين والسيليولوز والهيميسيليولوز) تختلف فى الأصناف المزروعة فى الشتاء أو الربيع. فالمزروعة فى الشتاء بها نسبة كربوايدرات متاحة أعلا من ٤٦ – ٤٨٪ بينما المزروعة فى الربيع ٣٠ – ٤٢٪.

الدهون lipids

نسبة الدهون قد تبلغ ١ – ١,٦٪ (جدول ١) والجليسريدات الثلاثية ٣٥,٦٧٪ (جدول ٧) وحمض اللينوليك يكون ٥٠٪ والأحماض الدهنية غير المشبعة فى البقول تخفض الكوليسترول فى الكبد والسيرم وتساعد فى وظيفة المخ والرتينا وإن كان لايعرف شىء عن عملها فى الفول ولكن أكسدة الدهن أثناء تخزين دقيق الفول تسبب النكهة البقولية beany.

المعادن والفيتامينات

الفول مصدر جيد للمعادن الغذائية مثل الفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والكبريت والحديد (جدول ٨) والقشور بها فوسفور أقل ولكن الكالسيوم أكثر من الفلقات و ٦٠٪ من الكبريت فى صورة أحماض أمينية كبريتية ، ٤٠ – ٦٠٪ من الفوسفور يوجد فى الفيتات وهى غير متاحة ولايوجد فرق بين الأصناف المزروعة فى الشتاء أو الربيع.

والفول مصدر جيد لفيتامينات الثيامين والريبوفلافين والنياسين (جدول ٨).

جدول (٧): تكوين الدهون فى الفول.

المكون	المحتوى
الدهون الكلية	١,٢ – ٢,٨
دهون متعادلة (جليسريدات ثلاثية)	٣٥,٦٧
فوسفوليبيدات	٢٩,٤٩
أحماض دهنية	
حمض بالمتيك	١١,٢٥ – ٢١,٠
حمض ستياريك	١,٨٨ – ٣,٥٠
حمض أراكيدونيك	٠,٦٣
حمض أوليك	١٥,٠ – ٣٣,٠
حمض لينوليك	٤٠,٦٣ – ٥٩,٧٠
حمض لينولينيك	٢,٦ – ٤,٩

جدول (٨): المعادن والفيتامينات فى الفول.

المكون	المدى
رماد ٪	٢,٧ – ٣,٧
المعادن (مجم/١٠٠ جم)	
فسفور	٩٥٠ – ١٤٠٠
كالسيوم	١٢٠ – ٢٦٠
مغنيسيوم	١١٠ – ١٦٠
كبريت	٢١٠ – ٢٥٠
حديد	٤٥٠ – ٥٥٠
فيتامينات (مجم/١٠٠ جم)	
ثيامين	٠,٣٨
ريبوفلافين	٠,٢٤
نياسين	٢,١٠

العوامل المضادة للتغذية
antinutritional factors
يحتوى الفول على عدد من هذه العوامل:

مثبطات البروتيوزات proteose inhibitors
يحتوى الفول على مثبطات التربسين والكيموتربسين والسبتليسين subtilisin فيوجد فى فلقات الفول نوعان لمثبطات السبتليسين وأربعة مثبطات للتربسين ومثبط واحد للكيموتربسين وكلها لها نقاط تكاهر مختلفة. وأنشطها مثبط التربسين وإن إختلفت نسبته فى الصنف الواحد وبين الأصناف كما أن القشور كان بها نشاط مثبط للتربسين أكثر من الفلقات ولكن مثبط التربسين أقل بمقدار الخمس إلى التسع من ذلك الذى فى فول الصويا.
والتثبيط الحرارى للمثبط يتأثر برقم جيد للوسط ودرجة الحرارة وطبيعة الحرارة المستخدمة وكان المثبط أكثر ثباتاً فى رقم جيد حامضى (٢,٥ – ٤,٠) وهو أكثر مقاومة للحرارة الجافة (٦٠ – ١٠٠ °م) ولكن الحرارة الرطبة تدمره فى ١٠ ق. والمعاملة بالتحميص أو التحمير أكثر كفاءة من النقع أو الإنبات فى التثبيط وعلى ذلك فإزالة القشرة ثم المعاملة فى الأوتوكلاف تزيل المثبط تماماً.
وكان متوسط وحدات مثبط التربسين فى البذرة الكاملة ٣,٢/جرام وفى الفلقتين ٢,٩/جم وفى القشور ٥,٦/جم.

التانينات tannins
عديد الفينولات أو التانينات وجد أنها لها علاقة بلون الزهرة فالأصناف التى تعطى زهرات بيضاء تحتوى تانينات أقل من تلك التى تعطى أزهاراً ملونة والأصناف التى لها قصعة ملونة أعلا فى التانيتات عن البذور البيضاء وتتركز التانينات فى القشرة. والتانينات مبلمرات لكل من فلافان-٣-أولات flavan-3-ols وهى كاتيكين وجالوكاتيكين gallocatechin والفلافون-٣،٤-أولات falvon-3,4-ols وهى لوكوسيانيدين leucocyanidin ولوكوديلفينيدين leucodelphinidin بدرجات مختلفة من البلمرة. وعديد الفينولات فى قشور الفول هى تانينات مكثفة (الجدول ٩).

جدول (٩): توزيع عديد الفينولات والتانينات المكثفة فى مكونات بذرة الفول.

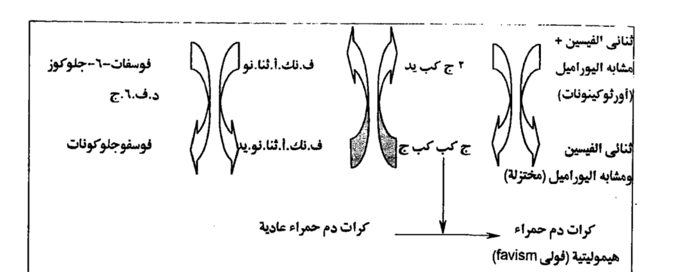
الصنف	لون البذرة	عديد فينولات (مكافىء حمض التانيك) ٪			تانينات مكثفة (مكافىء الكاتيكين) ٪		
		كامل	الفلقات	القصرة	كامل	الفلقات	القصرة
مكسيم	أصفر برتقالى	١,٦١	٠,٩١	٧,٧٠	٠,٥٩	٠,٠٨	٤,٢٠
لندن	أصفر برتقالى	١,٩٢	٠,٩١	٧,٧٠	٠,٧٠	٠,٠٨	٤,٢٠
فلات أبيض	أبيض	٠,٧٥	٠,٨٤	٠,٢٨	٠,٠٦	٠,٠٧	٠,٠٤

وتانينات القصرة تثبط نشاطات الـ α- أميلاز والتربسين كما أن الغذاء المحتوى على ١٠٪ قشور من الصنف الملون يسبب نقصاً قدره ١٥٪ في كسب الوزن الحي مقارناً بـ ١٥٪ قصرة من زهر أبيض. وبالمثل فإن الهضمية الحقيقية (هـ.ح TD) ونسبة كفاءة البروتين (ن.ك.ب PER) وصافي إستخدام البروتين (ص.خ.ب NPU) نقصت كثيراً نتيجة الإغتذاء على غذاء يحتوى قصرة حمراء. كما أن فينولات الفول تثبط إمتصاص السكر. ويحسن إزالة القشرة ثم معاملة الفول في الأوتوكلاف لتثبيط مثبطات البروتينات والتانينات.

β-جليكوسيدات β-glycosides

الجليكوسيدات فيسين vicine وكونفيسين مسئولة عن الفولى favism خاصة في الأطفال الذين ينقصهم – وراثياً – إنزيم ديهيدروجيناز فوسفات-٦-جلوكوز glucose-6-phosphate dehydrogenase (د.ف.٦.ج G-6-PD) والذين أكلوا الفول. وهذا مهم في المناطق التي يكون فيها الفول مصدر غذائي ثابت كما هو الحال في الشرق الأوسط حيث الفولى منتشر. وهذا المرض يتميز بفقر دم هيموليتي يؤدى إلى ضعف أو تعب وشحوب غير طبيعي وصفراء يحمورية hemoglobinuria والأشخاص الذين ينقصهم (د.ف.٦.ج G-6-PD) لاينتجون ف.نك.أ.ثنا.نو.يد NADPH) أو ينتجون أقل منه وهو ضروري لإختزال الجلوتاثيون المؤكسد والجلوتاثيون المختزل ضروري للمحافظة على تركيب غشاء خلايا الدم الحمراء. والفول يحتوى جليكوسيدات تؤكسد الجلوتاثيون المختزل مما يسبب تأثر أغشية خلايا الدم الحمراء مما يؤدى إلى فقر الدم الهيموليتي أو الفولى favism. وثنائي الفيسين divicine ومشابه اليوراميل isouramil من الفيسين والكونفيسين (الصورة ١) تسبب الأكسدة السريعة للجلوتاثيون في كرات الدم الحمراء التي ينقصها (د.ف.٦.ج G-6-PD) ولكن ليس في الخلايا العادية. وتبين الصورة (٢) العلاقة بين نشاط (د.ف.٦.ج G-6-PD) والجلوتاثيون والليسين والكونفيسين في الفولى favism.

صورة (١): تركيب الفيسين والكونفيسين وثنائي الفيسين ومشابه اليوراميل.



الصورة (٢): العلاقة بين نقص د.ف.٦.ج G-6-PD وأكسدة الجلوتاثيون بواسطة β-جليكوسيداز المسئول عن الفولى. د.ف.٦.ج: ديهيدروجيناز فوسفات-٦-جلوكوز. ج كب يد: جلوتاثيون مختزل. ج كب كب ج: جلوتاثيون مؤكسد.

ولكى يؤكسد ثنائي الفيسين ومشابه اليوراميل الجلوتاثيون المختزل فى الخلايا فإنها لابد وأن تُطلَق أولاً من جليكوسيداتها غالباً بفعل الـ β-جلوكوسيداز وتتحول إلى الأورثوكينونات المقابلة. وقد وجدت السميات فى الفلقات متصلة بالأجسام البروتينية والقشور لم تحتوِ أي جليكوسيدات والبقول المنشورة إحتوت ٠,٧٪ فيسين و٠,٣٪ كونفيسين. فبلغ محتوى النيسين ٠,٥٤ - ٠,٨٥٪ فى الفول والكونفيسين ٠,١٣ - ٠,٦٤٪.

وهذه الجليكوسيدات يمكن إستخلاصها بالنقع - البذور الكاملة أو المقشورة - فى ماء على ٧٠°م فى خلال ٧٢ ساعة مع تغيير الماء كل ٢٤ ساعة. وفى دراسة أخرى وجد أن نقع الفول فى ١٪ حمض خليك على ٤٠°م لمدة ٤٨ ساعة أنقص مستويات الفيسين والكونفيسين ٩٠٪. وقد وجد أن معاملة الفول سواء كمقشور أو عجينة أو إنبات أو طبخ أو فلافل أنقصت محتويات الفيسين والكونفيسين.

عوامل أخرى

يوجد ملززات نباتية-لكتينات phytohemagglutinins فى فلقات جنين البقول. ولكتينات البقول تتكون من تحت وحدتين متماثلتين كل منهما تحتوى موقعين لربط المعادن وموقع آخر لربط السكر وهى تتفاعل مع د-مانوز و د-جلوكوزامين على سطح كرات الدم الحمراء وتختلف فى نشاطها الملزز عن ذلك الخاص بفول الصويا الخام. والنشاط اللكتينى/الملزز وجد أنه يتراوح من ٣,٤ - ٥,٦ وحدات ملززة/رطل من البذرة الكاملة فى ثمانية أصناف من الفول وهى

يمكن إزالتها بالمعاملة بالحراره - لانها بروتينات - المناسبة لتثبيط مثبط التربسين.
والفيتات عامل آخر حيث تقلل من المعادن وتنتج أحماضاً أمينية غير عادية مثل ثانى أيدروكسى فينيل ألانين.

المعاملة والإستخدام
processing & utilization

فى البلاد النامية يعامل الفول لتغذية الحيوان فيقشر ويطبخ تحت ضغط ويعامل بالحرارة المبتلة وبالحرارة الجافة. وإزالة القشرة يحسن الطاقة الأيضية والطبخ تحت ضغط يجلتن النشا ويحسن الطاقة الأيضية ويثبط مثبطات البروتيوز. وإنتاج الرقائق بواسطة البخار يحسن قيمة الطاقة. وإستخدام حرارة جافة من الأشعة تحت الحمراء ينتج آثاراً فى الماء ويسبب سرعة التسخين الداخلى. والحرارة المطلقة تجلتن النشا كلياً أو جزئياً وبذا يصبح أكثرها صالحاً وهى تغذى إلى المجترات والخنزير والدواجن.
وفى الصين تنتج منه أنواع مختلفة من الصلصات sauces المتخمرة وذلك بخلط الفول مع الدقيق والملح والماء كما يتم إنتاج عجائن فول بنكهات السمسم والدجاج واللحم.
ويستخدم نشا الفول فى إنتاج الشرائطيات noodles وفى إنتاج الجيلى كما ينتج فى اليابان فول محمر ومطبوخ أو يحمر مع السمسم والسكر لإنتاج منتجات حلوة أو مع الفلفل الأحمر وبعض التوابل لإنتاج منتجات حريفة. كما يتم إنتاج كيك من دقيق الفول البلدى والسكر.

ويُقوى fortify دقيق القمح بدقيق الفول فى فرنسا على وجه خاص وتنتج منتجات محمرة فى الصين حيث يتم غلى الفول المملح فى مأج ملحى ثم يحمر فى الزيت وينتج أيضاً منتجات الفول الأيضية fragrant faba bean عن طريق إضافة أنواع مختلفة من المنكهات ومن بينها فول أورشيد orchid bean ويصنع بطبخ بذور الفول فى ماء مغلى ثم تجفف البذور ويعمل فيها شق أفقى وآخر رأسي ثم تجفف ثم تحمر فى الزيت حتى تتحول لون القصرة إلى الأحمر ثم تبرد وتملح قبل تقديمها للإستهلاك.
أما الفول المتبل فيعمل بغسل الفول السليم ويغلى فى ماء ثم يضاف إليه بعض الملح والتوابل Chinese prickly ash والفلفل وانيسون نجمى وآنسون و cassia bark cinnamon ثم تطبخ البذور على نار هادئة حتى تطرى ثم تجفف فى الهواء. وأحياناً تحمر البذور حتى تنفصل القصرة قليلاً ثم يضاف مسحوق العرقسوس وتحمر البذور لتجف. (محمد محمود يوسف وآخرون)

أما فى شرق البحر الأبيض والشرق الأوسط عامة فيستهلك الفول - فى مصر وغيرها - بعدة معاملات مختلفة، فمثلاً:
الفول الأخضر: يؤكل طازجاً مع خبز وجبن فى الفطور والغذاء (فول حراتى).
فول مطبوخ: تغلى القرون - غير الناضجة - فى ماء وملح وكمون أو فى صلصة طماطم تحتوى بصلاً محمراً ودهن وعصير طماطم.

فول مدمس: يدمس الفول بغلي البذور الجافة بلطف لمدة ١٠ - ١٢ ساعة حتى تصبح طرية وتستهلك بعد خلطها بملح وزيت بذرة القطن وعصير ليمون.

فول نابت: البذور الجافة تنقع في ماء لمدة ١٢ ساعة ويتبع ذلك إنبات لمدة ثلاثة أيام وتطبخ البذور النابتة في ماء مع ثوم محمر.

البصارة/بيسارة: البذور مزالة القشر (المدشوش) تنقع في ماء طول الليل وتطبخ على نار هادئة مع بصل ونعناع ويتبل الناتج بالبصل والثوم ويحمر في الزيت.

طعمية/فلافل: البذور مقشرة تنقع في ماء لمدة ١٢ ساعة ويصفى الماء الزائد وتتبل البذور بثوم وجزر وبصل وكسبرة ثم يسحق المخلوط إلى عجينة سميكة وتترك ثم تقطع إلى قطع مناسبة وتحمر في زيت بذرة قطن حتى يصبح السطح بنياً وتستهلك مع خبز وشرائح الطماطم وخضر ورقية.

الفول المقيلي:يغلى الفول الجاف في ماء ثم يتبل.

وطرق معاملة وتقديم الفول في المناطق المختلفة. وعموماً يمكن تلخيص طرق تحضير منتجات الفول في مصر في الصورة (٣).

(محمد محمود يوسف وآخرون)

ويعطي محمد محمود يوسف وآخرون التركيب الكيماوي الإجمالي لأهم منتجات الفول البلدي في مصر (على أساس الوزن الجاف) في الجدول رقم (١٠).

النقع soaking

النقع في الماء على ٢٥°م لمدة ٢٤ ساعة لم يسبب نقصاً في الأحماض الأمينية الضرورية أو الكربوايدرات (الجدول ١١).

التقشير dehulling

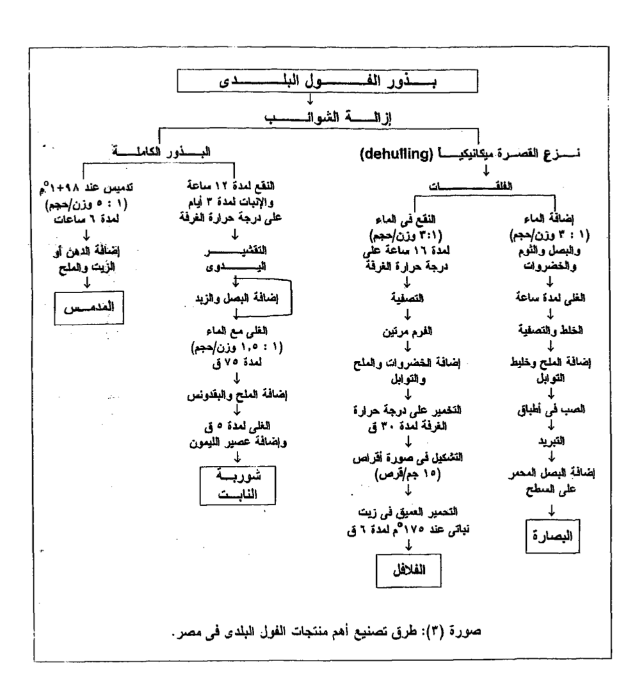
إزالة القشر المحتوى على الألياف والتانينات يحسن من الهضمية وإتاحة المغذيات والميكنة مؤهلة لإزالة الأصناف ذات القشور الملونة.

الطبخ cooking

المعاملة الحرارية المناسبة للبذور المنقوعة والمقشورة تزيل مضاد البروتياز وكذلك اللكتينات وتحسن الطراوة وتقبل البقول. ولكن يحدث فقد في الأحماض الأمينية الضرورية (الجدول ١١).

أما عوامل إنتفاخ البطن flatulence (الإنتفاخ) فقد وجد أن النقع في ماء أو محلول بيكربونات صوديوم لمدة ١٢ ساعة ثم يتبعها المعاملة في الأوتوكلاف أزال معظم عوامل الإنتفاخ (الجدول ١٢).

والنقع في محاليل بيكربونات الصوديوم يؤدي إلى نقص في الأحماض الأمينية والفيتامينات وتتأثر طراوة الفول قبل وبعد الطبخ بعوامل وراثية وفيزيقية وعوامل كيماوية والعوامل البيئية التي نمى عليها الفول. وقد وجد أن نسبة القشرة ووزن ١٠٠ بذرة وقمة لزوجة مقياس قوة إنزيمات amylograph وقيمة الرقم الساقط لدقيق الفلقات كلها وجدت مرتبطة موجباً وجوهرياً مع طبخية الفول. وظاهرة صعوبة الطبخ hard-to-cook phenomenon وجد أنها تتأثر بالقشرة والفلقات.



صورة (٣): طرق تصنيع أهم منتجات الفول البلدى فى مصر.

جدول (١٠): التركيب الكيماوى الإجمالى (التقريبى) لأهم منتجات الفول البلدى فى مصر (٪ على أساس وزن جاف).

الناتج	الكربوايدرات	البروتين الخام (ن×٥,٨٥)	النيتروجين اللابروتينى	المستخلص الإيثيرى الخام	الرماد	الألياف الخام
البذور الكاملة	٥٤	٣٢	٠,٥	١,٣	٣,٣	٩,٥
المدمس	٤٧	٢٨	٠,٤	١٣,٩	٤,٥	٧,٤
الفلافل	٣٢	٢٤	٠,٤	٣١,٦	٤,١	٧,٩
شوربة النابت	٥٢	٢٨	٠,٧	١٠,٢	٧,٩	١,١
البصارة	٥٣	٣٠	٠,٨	٦,٠	٧,٩	٢,٩

الجدول (١١): تأثير النقع والطبخ على ١٢٠°م لمدة ١٥ دقيقة.

المكون	خام	منقوع[أ]	منقوع ومطبوخ
أحماض أمينية (جم/١٠٠ جم)			
ليسين	١,٦٥	١,٦٣	١,٣٠
ميثيونين	٠,١٧	٠,١٧	٠,١٥
تربتوفان	٠,٢٧	٠,٢٦	٠,٢٢
سستين	٠,٢٣	٠,٢١	٠,٢٠
فينيل الانين	١,١٥	١,١٤	١,٠٠
لوسين + أيزولوسين	٣,٣٣	٣,١٥	٢,٨٠
فالين	١,٣٤	١,٣٥	١,١٨
ألانين	٠,٩٢	٠,٩٠	٠,٦٣
ثريونين	٠,٩٤	٠,٩٥	٠,٧٤
كربوايدرات (٪)			
كربوايدرات كلية	٤٥,٨٢	٤٤,٦٠	٤٠,٥٦
نشا	٣٦,٥٠	٣٣,٧٨	٣١,٢٥
سكريات كلية	٩,٣٣	١٠,٨٢	٩,٣١
سكريات مختزلة	٧,٥	٨,٣٠	٧,١٩
سكريات غير مختزلة	١,٨٥	٢,٥٢	٢,١٢

أ: النقع في الماء (١: ٤) على ٢٥°م لمدة ٢٤ ساعة.

الإنبات germination

وجد أنه الإنبات يحسن المحتوى البروتيني وحمض الأسكوربيك ويمنع مجموعة الرافينوز (الجدول ١٣) وينقص من الفيتات من ٧١ - ٧٧٪ ويزيد من السكريات المختزلة والأحماض الأمينية الضرورية.

جدول (١٢): تأثير النقع والطبخ على السكريات المنتجة للإنتفاخ في الفول.

المعاملة	٪			
	سكروز	رافينوز	ستاكيوز	فرباسكوز
الخام	١,٢٠	٠,٩٦	٠,٧٥	٢,٦٠
منقوع				
ماء فقط				
٦ ساعات	٠,٩٩	٠,٨٣	٠,٦٩	٢,١٥
١٢ ساعة	٠,٥٣	٠,٧٠	٠,٤٨	١,٦٠
بيكربونات الصوديوم				
٦ ساعات	٠,٩٦	٠,٨١	٠,٦٨	١,٩٧
١٢ ساعة	٠,٤٨	٠,٦٥	٠,٤٦	٠,٥٠
منقوع ومطبوخ لمدة ٦٠ ق				
ماء فقط				
٦ ساعات	٠,٤٥	٠,٥٠	٠,٢٥	٠,٦٢
١٢ ساعة	٠,٣٠	٠,٣٣	٠,١٩	٠,٤٥
بيكربونات الصوديوم				
٦ ساعات	٠,٣٦	٠,٤٤	٠,٢٣	٠,٥٥
١٢ ساعة	٠,١٩	٠,٢٨	٠,١٦	٠,٣٩
منقوع ١٢ ساعة ومعامل في الأوتوكلاف على ١٥ رطل على البوصة المربعة لمدة ٣٠ ق				
ماء فقط	٠,١٤	٠,١٥	٠,٠٩	٠,٢٥
بيكربونات الصوديوم	٠,١٢	٠,١	٠٠٨	٠,٢٣

الجدول (١٣): تأثير الإنبات على القيمة الغذائية للفول.

المكون	الإنبات (ساعة)				
	صفر	٢٤	٤٨	٧٢	٩٦
بروتين ٪	٢٩,٧٠	[illegible]	٣٠,٥٠	٣٠,٤	٣١,١٠
حمض اسكوربيك[أ]	١,٤٠	٥,١٠	٣٢,٧٠	٦٣,٢٠	٧٥,٨٠
ريبوفلافين[أ]	٠,٩٥	-	-	-	١,٣٣
بضع سكريات ٪					
سكروز	١,٢٠	١,٢٠	١,٢٩	١,٤٦	١,٧٩
رافينوز	٠,٩٦	٠,٢٨	٠,٢٢	صفر	صفر
ستاكيوز	٠,٧٥	٠,٤٩	٠,١٥	صفر	صفر
فرباسكوز	٢,٦٠	٠,٨٨	٠,١٦	صفر	صفر

أ: مجم / ١٠٠ جم.

المنتجات المخبوزة bakery products

إن إحلال دقيق القمح بـ ١٥٪ من دقيق الفول كان له تأثير ضار بسيط علـى حجـم الرغيـف والإنبـات حَسَّنَ لون القشرة.

وإضافة الفول إلى الحبوب يحسن جودة البروتينـات لأنهما متكاملان. وعند خلـط الفول المعـامل بـالنقع أو الإنبات أو الغلـى أو فـى الأوتوكـلاف مـع خـبز القمح بحيـث يعطى ٥٠٪ من البروتين فى الغذاء المختلط فإن هذا حسن ص.خ.ب NPU والهضمية الحقيقيـة (هــح TD) والقيمـة البيولوجيـة (ق.ب BV) فـى الغـذاء المختلـط عـن الفـول الطـازج (الجدول ١٤). فالفول الخام + خبز القمح أعطـى جـودة أحسـن مـن الفـول عنـد مقارنتـها بـالفول المعـامل + مخلـوط القمـح. فمعاملة الفـول تحسـن بالمعاملة البسيطة مثل نزع القشرة-النقـع-الطبـخ أو النقـع-الإنبات-الطبخ أو نزع القشـرة-المعاملة فـى الأوتوكلاف وبإرتباطات مابين الفول والحبوب.

الجـدول (١٤): تأثـير إضافـة الفـول المعـامل علـى جودة البروتين فى الخبز.

الغذاء	بروتين الخبز (٪)	بروتين الفول (٪)	ص.خ.ب	هـ.ح	ق.ب
فول خام	–	١٤,٣٣	٤١,١	٧٨,٧	٥٢,٢
فول خام + خبز	٧,٢٢	٧,١٧	٥٢,٧	٧٨,٩	٦٦,٨
فول منقوع + خبز	٦,٩٨	٦,٩٣	٥١,٨	٧٨,٩	٦٥,٨
فول نابت + خبز	٧,٠١	٦,٩٣	٤٦,٨	٧٧,٥	٦٠,٨
فول معامل فى الأوتوكلاف + خبز	٦,٤٧	٦,٤١	٤١,٨	٦٩,٥	٦٠,١

معزول البروتين والمركزات
protein isolates & concentrates

يقشر الفول ويطحـن إلى جريش ويستخلص بقلـوى خفيـف وترسـب البروتينـات عنـد نقطـة التكـاهر بحمض للحصول على معـزول البروتين. أما تحضير مركز البروتين فإشتمل علـى التقسيم بالهواء لفصل دقيـق الفـول المقشور والمطحـون بدقـة إلى جـزء غنـى فـى الـبروتين. وهـذه المعـزولات وجـدت إستخدامها فـى بدائل اللحـوم أو كمضاف بروتـين وظيفى. وقد إستخدم الترشيح فائق الدقة بدلاً من الترسيب عند نقطة التكاهر لتجنب فقد الخـواص الوظيفية للبروتينات فى معزولاتها وقد وجد أن هذه المعزولات تفوق معزولات بروتين الصويا من حيث الخواص الوظيفية ويمكـن إستخدام النشا لتصنيـع شراب سكر ومحليات. وهـذه المستحضرات النشوية كانت ذات مقـدرة إمتصـاص عاليـة للمـاء وكـانت صغيرة حجم الجسيمات وذات لزوجة ساخنة عالية ومقـدرة علـى النفـخ puffing جيـدة عنـد البثـق الطبخـى. وإسـتخدام المعـزولات والمركـزات فـى تحضـير أغذيـة الفطـام وفـى تحضـير أغذيـة عاليـة البروتين ومنتجات الخبيز ومنتجات أخرى يجـب أن يشجع.

(Chavan, Kute & Kadam)

تأثير التخزين

التركيب الكيماوى

تؤدى عملية تخزين القوليـات لمدة طويلة ولاسيما تحت ظـروف التخزيـن السيئة إلى تحطـم وتحلـل جزئى للبروتينات ينجم عنه إنخفاض محتوى البذور من الألبيومين والجلوبيولين والأحماض الأمينيـة،

كما يحدث تعديل modification للتوزيع الفراغى للبروتين conformation كنتيجة للتجمع aggregation، والإنحلال dissociation، والجليكنة glycation، وتنخفض القيمة التغذوية للبروتين نتيجة لنقص الأحماض الأمينية الأساسية ولإنخفاض حساسية البروتينات للإنزيمات البروتيوليتية ومن ثم تقل susceptibility الهضمية. كما تؤدى عملية التخزين إلى إنخفاض نسبة البروتين القابل للإستخلاص بالماء water-extractable protein وزيادة نسبة النتروجين غير الذائب فى الماء وإرتفاع نسبة النتروجين غير البروتينى.

وتتأثر الدهون أيضاً بالتخزين خاصة وأن هناك تبايناً كبيراً فى محتوى بذور البقوليات من الدهون (من ١,٧٪ كما فى الفاصوليا واللوبيا والفول إلى ٤٣٪ كما فى الفول السودانى). وتؤدى عملية التخزين إلى رفع نسبة الأحماض الدهنية الحرة وتتأكسد الأحماض الدهنية غير المشبعة خاصة إذا ما خزنت البذور فى صورة دقيق، وتعد المعاملة الحرارية الجافة (تحميص) قبل عملية التخزين من أنسب المعاملات لتقليل محتوى الأحماض الدهنية الحرة وتقلل من فرصة أكسدة الأحماض الدهنية غير المشبعة.

وتؤدى عملية تخزين البقوليات إلى حدوث فقد فى بعض الفيتامينات خاصة الثيامين والريبوفلافين، ولكنها لاتؤدى إلى تقليل مضادات التغذية بل على العكس قد تزيد من نشاط هذه المضادات خاصة مضاد إنزيمات التربسين والكيموتربسين والألفاأميلاز واللاكتينات.

الخواص الفسيولوجية والفيزيقية

أجرى التابعى وآخرون El-Tabey Shehata *et al.*(1984) دراسة رائدة عن تأثيرات تخزين الفول البلدى تحت ظروف مختلفة على جودة طهى وحيوية البذور وكذا إصابتها الحشرية حيث تم تخزين ٣ طن بذور الفول البلدى والتى تم التحصل عليها بعد الحصاد مباشرة فى مايو عام ١٩٨٠ وقد تم تخزين ٢,٣ طن من هذه الكمية فى مكمورة بقرية برهيم بمحافظة المنوفية والتى تتميز تربتها بصفات فريدة لاتتوافر لغيرها، أما الكمية الباقية (٧٠٠ كيلو جرام) فقد تم تقسيمها إلى خمس مجموعات (كل منها ١٤٠ كيلو جرام) وذلك لإجراء معاملات تخزينية أخرى وهى الخلط مع الرمل (٣ : ١ حجم/حجم) والخلط مع رماد الخشب (١٠ : ١ حجم/حجم) والتحميص عند ١٥٠ °م/٢ق أو تغطية جدران العبوة من الداخل بقش الحلبة (١٠٠جم/عبوة سعة ١٠ لتر) ومقارنة كل هذه المعاملات مع الكونترول وقد أستخدمت فى تلك الدراسة عبوات من الأجولة الجوت وعبوات السيراميك وعبوات الصفيح والعبوات البلاستيكية.

والجدول رقم (١٥) يوضح صفات الفول بعد تسعة أشهر من التخزين فى المكمورة بقرية برهيم بمحافظة المنوفية.

ويمكن إيجاز النتائج التى توصلت إليها هذه الدراسة فى أن الصفات الفيزيقية لبذور الفول البلدى تتأثر بنوع العبوة حيث كانت العبوات المحكمة أفضل من حيث المحافظة على جودة طهى البذور ومنع الإصابة الحشرية بسوس

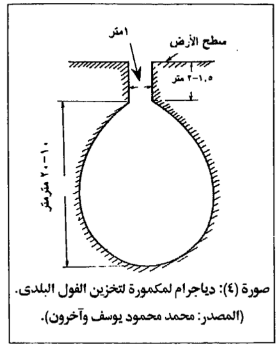
المخازن .Bruchus rufimanus Boh، كذلك فقد أمكن التحكم فى منع الإصابة الحشرية فى العبوات السيراميك فى حين كانت عملية التحميص هى المعاملة المثلى للمحافظة على جودة الطهى إلا أن التخزين فى المكورة يعتبر الأفضل عن كل العبوات والمعاملات على الإطلاق.

جدول (١٥): صفات الفول البلدى بعد تسعة أشهر من التخزين فى المكمورة.

خواص الفول		متوسط القيم
البذور الجافة:		
وزن ١٠٠٠ بذرة	(جم)	٥١٧,٣٥
حجم ١٠٠٠ بذرة	(مل)	٤٤٠,٠٠
الكثافة النوعية	(جم/مل)	١.١٧٦
معامل التشرب	(٪)	١٢٧,١٤
معامل الإنتفاخ	(٪)	١٣٧,٢٦
نسبة الإنبات	(٪)	١٠٠,٠٠
البذور المصابة	(√ ٪ +١/٢)	٠,٠٠
اللون	(قيمة الأحمر)	٤,٤٧
البذور المطهية:		
اللون	(حسياً) / ٥	٤,٧٣
الطراوة	(حسياً) / ١٠	٧,٠٠
التحبب	(حسياً) / ١٠	٧,٨٥
مجموع التقييم الحسى	/ ٢٥	١٩,٥٨
معامل التشرب	(٪)	٢٥٧,١٣
حجم سائل التدميس	(مل)	٢٥٨,١٦
وزن سائل التدميس	(جم)	٢٥٥,٠٠
كثافة السائل النسبية	(جم/مل)	١,٠١٣

المصدر: محمد محمود يوسف وآخرون.

وقد بينت التجارب التى أجراها ذات الفريق البحثى على تحليل التربة بقرية برهيم بمحافظة المنوفية إنفرادها بسمات تركيبية وفيزيقية معينة وهو الأمر الذى يجعل هذه المنطقة دون غيرها صالحة لإجراء عملية كسر الفول (أى تخزينه تحت سطح الأرض). وتوضح الصورة (٤) دياجراماً للمكمورة وهى تتسع لأوزان من ٢ إلى ٣٠ طن وتحاط من الداخل بسيقان الفول البلدى والحلبة وبعد ملء المكمورة تغطى بأجولة الجوت ثم يعلوها طبقة تربة (١م)، وتجدر الإشارة إلى أنه بفتح المكمورة فإنه من الضرورى إخراج كل الفول المخزون بها بمعنى أنه لايمكن إخراج كمية من الفول المكمور ثم إعادة غلق المكمورة بل يجب إفراغ المكمورة وإعادة تجهيزها من جديد.



صورة (٤): دياجرام لمكمورة لتخزين الفول البلدى.

(المصدر: محمد محمود يوسف وآخرون).

الأسماء: بالفرنسية large haricot، وبالألمانية Grosse bohne، وبالإيطالية fava، وبالأسبانية haba. (Stobart)

فول تونكا tonka bean

الإسم العلمى *Diplaryx odorata* Willa.

الفصيلة/العائلة: القرنية Legumonoseae (Fabaceae)

تستخدم ثماره ذات الشكل البيضى والتى لها قشرة صلبة وله لحم بنى يحيط ببذرة واحدة ولها سطح منكمش.

فول سودانى peanuts/groundnuts

الإسم العلمى *Arachis hypogea* L.

الفصيلة/العائلة: القرنية Legumonoseae

بعض أوصاف

هو الوحيد من بين أكثر من ٧٠٠ نوع من البقول الذى يزهر فوق الأرض ولكن يكون ثماراً تحتها. ونصف المحصول يذهب فى الولايات المتحدة إلى عمل زبدة الفول السودانى و ٢٥ - ٣٠٪ يحمص ليؤكل أو للحلويات والمنتجات المخبوزة والباقى يذهب لإستخراج الزيت. وهو إما قائم ويزرع للزراعة الميكانيكية والحصاد فى البلاد المتقدمة. والنباتات المفترشة تزرع للزراعة اليدوية والحصاد فى البلاد النامية. وأهم الأصناف وضعت فى أربع مجموعات: فرجينيا وهى أكبر الحبوب حجماً والجارى runner وحبوبها مابين الفرجينيا والأسبانى والأسبانى وهى أصغر الحبوب حجماً وواحد أو إثنين بذرة فى القرن وفالنشيا valencia وهى صغيرة ولكن لها ٣-٤ حبوب فى القرن.

وتستخدم الفرجينيا فى السودانى المحمص بالملح أو بدونه فى القشرة أو مقشورة وأحياناً يغطى بالعسل وقد يستخدم فى الحلوى وبعضه يذهب لزبدة السودانى. أما الجارى runner فيستخدم فى معظم منتجات السودانى بسبب نكهته المحمصة الجاذبة وعبيره. والأسبانى يستخدم فى زبدة السودانى بسبب طعمه الحلو وفى الأكلات الخفيفة منزوعة القشر مع أو بدون قشره الأحمر وفى الحلويات. والفالنشيا يكون ١٪ من إنتاج الولايات المتحدة (١,٨ - ٢,٠ × ١٠^٦ طن فى السنة) وهذا يحد إستخدامه للمنتجات المحمصة بالقشرة أو منزوعة القشرة.

وهو له أوراق ريشية متبادلة ولها ٣-٤ وريقات على عنق الورقة والأزهار ذاتية التلقيح تظهر بعد حوالى ٤ أسابيع من الزراعة. وبعد أسبوع تقريباً من الإخصاب فإن منطقة ميرستيم/نسيج إنشائى خلف المبيض تنشط ويتطور ساق عضو التأنيث/حامل الوزيم (pea/gynophore) نحو التربة حيث يخترق التربة ويبتدىء المبيض فى الكبر على مدى عدة أسابيع قد تصل إلى ثلاثة أشهر. ويتكون الغلاف الثمرى الداخلى (endocarp) بارنشيميا بين طبقات المبيض والقشرة/الغلاف الخارجى (pericarp) وعادة فإن الغلاف الداخلى ينسحب ويختفى تماماً عندما تنضج البذور. والقشرة الداخلية تصبح بنية إلى سوداء مع زيادة محتويات التانين وقد تصبح غامقة جداً عندما تصبح البذور ناضجة تماماً. والبذور تكون ٧٥٪ تقريباً من وزن الثمرة وتتكون من فلقتين طويلتين.

الحصاد والمناولة والتخزين

يوجد ثمار من درجات مختلفة من النضج على النبات. ومن أهم الأشياء أن يحفر فى الوقت الذى يكون المحصول فيه عالياً وقد وجدت عدة طرق لتحديد أمثل وقت للحصاد منها عدد الأيام بعد الزراعة ولون الزيت ومحتوى الأرجينين ونسبه البذرة للقشرة ولون القشرة الداخلية ولون القشرة الخارجية (الغلاف الثمرى الوسطى mesocarp). ويتم تحديد أمثل وقت للحصاد عموماً بجذب عدد من النباتات إعتباطاً وفحص القرون لتَكَوُن اللون البنى إلى الأسود داخل القشرة. و٧٥٪ من القرون يكون لونها غامقاً فى الداخل ولون غطاء القشرة جيد وكذلك حجمها.

ويتم الحصاد باليد أو بالحفر وبعد حفرها تقلب النباتات لتعريضها للجفاف. وهى تحتوى على حوالى ٤٠٪ أو أكثر رطوبة فتجفف فى الحقل إلى ١٠٪ أو أقل بوضعها حول أعمدة أو بوضعها فى أوعية ذات أرضية مخرمة وتجفف بهواء ساخن وذلك لمنع *Aspergillus flavus* و *A. parasiticus* من النمو وإنتاج الأفلاتوكسينات والتى لاتدخل مع السودانى للغذاء ولكن يمكن إنتاج الزيت منها حيث الأفلاتوكسين لايذوب فيه ويزال أثناء التكرير.

وأحسن تخزين للسودانى أن يترك دون تقشير لأن السودانى المقشر معرض أكثر للضرر. وعندما تزال القشرة فيجب معاملة السودانى مباشرة أو يخزن تحت تبريد ولبعض المنتجات فإن الجلد الأحمر لايزال قبل التحميص ولكن يزال بإمرار هواء على السودانى المحمص وهو يتحرك على أحزمة نقل أثناء التبريد. ولكن لمعظم السودانى المحمص تزال هذه القشور قبل التحميص إما بالسلق الجاف أو المبتل. ففى السلق المبتل يعرض السودانى إلى ماء ساخن لمدة ١ – ١,٥ ق لتطرية الجلد ثم يمرر خلال أنصال حادة لإزالة القشرة بالطول قبل أن تمرر على إسطوانات مطاطية لتزيل الجلد المفكك. وفى السلق الجاف يعرض السودانى للبخار بدلاً من الماء ثم يمرر خلال نفس العملية لإزالة القشرة. والسودانى المسلوق يخزن تحت تبريد لخفض نشاط الليبوكسيجيناز والذى يمكن أن يخفض الجودة بأكسدة الأحماض الدهنية فى الزيت.

ويمكن حفظ السودانى لمدة عام أو أكثر وعلى نسب رطوبة أعلا من ٩٪ يمكن لنشاط الليبوكسيجيناز أن يتقدم على معدل أبطأ ولكن يمكن قياسه حتى لو خزن السودانى على صفر°م. وتعمل بعض التانينات فى قشور السودانى كمثبطات طبيعية لليبوكسيجيناز.

والسودانى المتضرر – المجروح وخلافه – يستطيع أن يطلق الإنزيم فيعمل على الزيت. وبيرأكسدة peroxidation الزيت يؤدى إلى التزنخ وتكوين نكهات غير مرغوبة ولكن البيروكسيدات المتكونة ونواتجها الثانوية يمكن أن تتفاعل مع مجموعات كب يد–أيد و –ن يد٢ فى البروتين. فمثلاً الحمض الأمينى الضرورى ليسين يتحد ببيروكسيد الدهن خلال المجموعة الأمينية الطرفية مما يقلل من الجودة الغذائية ويغير من تركيب وتهيئة البروتين ويؤثر على الخواص الوظيفية له.

والسودانى حبة طرية نسبياً بسبب وجود نسبة عالية من الدهن فيجب المحافظة عليها من الحفر إلى

التخزين الطويل وضبط المكن لتقليل الضغط عليه والمحافظة على الجودة أثناء التخزين والمعاملة.

التكوين composition

تحتوى البذرة على ٤٠ – ٥٠٪ زيت ويتغير تركيب الزيت ولكن عند النضج تكون الجليسريدات الثلاثية ٩٥٪ منه والجليسريدات الثنائية والأجزاء القطبية ٢٪. وأثناء النضج تزيد نسبة الزيت وتكوينه (الجدول ١).

جدول (١): تأثير النضج على كمية وتكوين بعض مكونات فول سوداني فلورنر florunnir.

مرحلة النمو[أ]	الزيت ٪ وزن جاف	الجليسريدات الثلاثية[ب]	أحماض دهنية حرة[ب]	جليسريدات ثنائية[ب]	دهن قطبى[ب]
٥	٢٥,٣	٨٥,٣	٤,٥	٤,٧	٢٠,٠
٦	٣٠,٨	٨٩,٣	٣,١	٣,٥	١,٤
٧	٣٤,٤	٨٨,٣	٢,٥	٣,٦	١,٩
٨	٤٢,٨	٩٠,٨	١,٨	٣,٠	١,٦
٩	٤٥,٦	٩٢,٦	١,٣	٢,٢	١,٣
١٠	٤٦,٧	٩٤,٣	٠,٩	٢,٠	١,٠
١١	٤٨,٤	٩٤,٨	٠,٧	١,٩	٠,٧
١٢	٤٨,٢	٩٥,٨	٠,٧	١,٧	٠,٦

أ: تقدير النضج بناء على لون القشرة الداخلية، ١٢ هى أعلا نضج. ب: الوزن النسبى فى المائة.

وتحتوى البذور على نسبة عالية من الأحماض الدهنية غير المشبعة خاصة الأوليبك واللينولييك ثم البالمتيك والاستياريك والأراكيديك والأيكوسانويك والبيهينيك والليجنوسيريك وترتفع نسبة الأوليبك مع النضج وتنخفض نسبة اللينولييك قليلاً. وثبات زيت السودانى يرتبط عالياً بنسبة حمض الأوليبك إلى اللينولييك وهى تزيد عادة بنضج البذرة ويزيد ثبات الزيت (جدول ٢).

جدول (٢): نسب بعض الأحماض الدهنية فى زيت الفول السودانى.

أحماض دهنية	المدى ٪	أحماض دهنية	المدى ٪
بالمتيك	٧,٤ – ١٢,٥	أراكيديك	١,٢ – ١,٩
ستياريك	٢,٧ – ٤,٩	بيهينيك	٢,١ – ٣,٦
أولييك	٤١,٣ – ٦٧,٤	ليجنوسيريك	٠,٩ – ١,٧
لينولييك	١٣,٩ – ٣٥,١		

البروتين

يعتبر السودانى من بين "مجموعة اللحوم" بسبب نسبة البروتين العالية والسودانى يحتوى على ٢٧ – ٣٠٪ هو وزبدة السودانى والتى تزداد فى الجريش خالى الزيت إلى ٥٠ – ٥٥٪ بروتين. ويعطى الجدول (٣) بعض قيم البروتين مقارنة مع غيره والبروتين إما أراكين arakhin أو كوناكرين conachrin والكوناكرين حوالى ٣/١ الأراكين وكلاهما يبلغ ٨٪ و ٢٥٪ بالتتابع. وبروتينات السودانى تحتوى على كل الأحماض الدهنية الأساسية ولكن الأحماض الأمينية الليسين والميثونين والثريونين تعتبر محددة أى أن الكميات الموجودة أقل من المستوى الأقصى الذى يحتاجه الجسم لتخليق بروتين جديد. والجدول (٤) يعطى الأحماض الأمينية الأساسية فى ثلاثة أصناف.

جدول (٣): مقارنة بين بروتينات السوداني مع بعض البروتينات الأخرى.

الغذاء	معامل الهضمية [أ] ٪	القيمة البيولوجية [ب] ٪	نسبة خالص استخدام البروتين [ج] ٪
بيض كامل	٩٨	٩٣	٩١
لبن مجفف بالرذاذ	٩٣	٩٤	٧٦
لحم بقرى	٩١	٧٥	٦٨
سودانى	٩٢	٥٤	٤٩
بقول جافة	٨٣	٥٩	٤٨

أ: النسبة المئوية للنتروجين المتناولة والتى تم إمتصاصها.

ب: النسبة المئوية للنتروجين الممتص والذى أحتفظ به.

ج: نسبة النتروجين المتناولة والمحتفظ به.

جدول (٤): الأحماض الأمينية (جم/١٦جم نتروجين) فى دقيق خالى الزيت محضر من سودانى جلده أبيض وأحمر.

الحمض الأمينى	أسبانى أبيض الجلد	أسبانى أحمر الجلد	فرجينى أحمر الجلد
ليسين	٣,١	٣,٣	٣,١
ميثيونين	٠,٩	١,١	٠,٩
ثريونين	٢,٤	٢,٤	٢,٣
ايزولوسين	٣,٣	٣,٤	٣,٢
لوسين	٦,٢	٦,٢	٥,٩
سستين	٠,٩	٠,٨	٠,٦
فينيل الانين	٥,٢	٤,٦	٣,٨
تيروسين	٤,٠	٣,٤	٣,٤
فالين	٤,٠	٤,٠	٤,١

الكربوايدرات والمعادن والفيتامينات

بجانب الزيت العالى والبروتين فإن السودانى يحتوى ١,٥ - ٢,٠٪ ألألياف خام و ٢,٠ - ٢,٥٪ معادن (كرماد) و ١٤ - ١٦٪ مستخلص خالى النتروجين معظمه نشا وسكريات حرة مثل السكروز والجلوكوز والفركتوز مع كميات آثار من الرافينوز والاستاكيوز. وأثناء تحميص السودانى تتفاعل السكريات الحرة مع مجموعات الأمينو الحرة لتكون مركبات البيرازين والتى تعطى السودانى النكهة اللطيفة والعبير الخاص بالسودانى (المحمص). وإذا إحتفظ بالقشر فى السودانى المحمص فإن محتوى الغذاء من الألياف يزيد بمقدار ٢-٣٪ حيث يحتوى القشر على ٣٩ - ٤١٪ ألياف منظفة متعادلة.

والسودانى مصدر جيد للكالسيوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم والفوسفور والحديد والنحاس والخارصين والمنجنيز.

كما أن السودانى مصدر جيد لحمض النيكوتينيك وبه كميات معقولة من فيتامين نى والثيامين والريبوفلافين والبيريدوكسين وآثار من حمض الفوليك وحمض البانتوثينيك والبيوتين.

المعاملة

زبدة السودانى

نصف محصول السودانى يصنع إلى زبدة السودانى ولكى يسمى زبدة سودانى لابد وأن يحتوى على الأقل ٩٠٪ سودانى والباقى (١٠٪) قد يكون ملحاً ومحليات (سكر أو دبسه) ومستحلباً من زيت نباتى مهدرج جزئياً ويضاف لمنع إنفصال الزيت وهى مع اللبن يكون غذاءاً كاملاً متوازناً

ماعدا فيتامين ج الذى يمكن أن يحصل عليه من عصير الفاكهة.

أكلات خفيفة من السوداني

يحمص السوداني أولاً فيحمص السوداني في قشرة shell بإدارته في أفران حرارة مشعة للحصول على النكهة اللطيفة كما تغلى كميات في قشرها shell في مأج ملحي وكذلك تحمص أو تحمر في زيت نباتي وبعضها يملح أو يغطى بالعسل وبعضها لايملح. وقد أمكن الوصول إلى سوداني منخفض الطاقة بإزالة ٥٠٪ من الزيت فيضغط السوداني أولاً ايدروليكياً لإزالة الزيت ثم يعامل بالماء الساخن ليعود لحجمه وشكله الأصلي ثم يصفي ويحمص في زيت نباتي ساخن فينتج سوداني أقل كثيراً في الزيت والطاقة ومرتفع في البروتين وله قوام يعطى صوتاً أكثر أثناء الأكل crunchier عن السوداني كامل الدهن ويحتفظ بنكهة السوداني العادى.

وكذلك حلويات السوداني مرغوبة وقد يضاف للشكولاتة. وكذلك يصنع قَصِيف السوداني peanut brittle والنوجة وهو لطيف في البسكويت والكيك والجيلاتي والحلويات المجمدة وحبوب الإفطار المعدة للأكل.

دقيق بروتين السوداني

دقيق السوداني عالي البروتين غير مستعمل كبروتين مضاف مثل فول الصويا لأسباب إقتصادية. وقد نجح إدخاله في الخبز والبسكويت والكيك والموفين muffin والهامبرجر ورغيف اللحم والسجق. وأستخدمت بدلاً من بروتينات اللبن في بدائل الجبن ومواد البسط spread والزبادى وبعض المنتجات المتخمرة.

التخلص من الفضلات

التخلص من قشور السوداني مشكلة وهي تستخدم كما هي في تغذية الماشية وكمصدر للنار. وهي لها كثافة حجم منخفض ومسترطبة مما يزيد من المشكلة. وإستخدامها في الغلايات المسخنة بالنار سبب مشكلة "الزجاج glassing" نظراً لإرتفاع نسبة السيليكا في القشور shells وعند إستخدامها كغذاء في بقر اللبن فقد تسبب مشاكل بسبب الأفلاتوكسين الذى يظهر في اللبن.

وكيكة القشر منخفضة الزيت عالية البروتين قد تستخدم في غذاء الحيوان إذا كان الأفلاتوكسين تحت المستوى المقبول. والكيك غير المقبول يستخدم كسماد.

(Bahar, Kadam & Salunkhe)

الأسماء: بالفرنسية arachide/cacaouette، وبالألمانية Erdues، وبالإيطالية arachide، وبالأسبانية cacahuete/cacahué.

(Stobart)

فول سيفي Jack bean

الإسم العلمي	*Canavalia ensiformis*
الفصيلة/العائلة:	Leguminoseae

بعض أوصاف

هو قريب من *Cassavalia gladiata* الفول السيفي sword bean ويمكن التفرقة بين بذرتيهما بطول السرة فهي في الفول الـ sword

بطول البذرة تقريباً وهى فى الـ Jack أقل من النصف ولذا سمى الإثنان كواحد واعتبرت الـ *gladiata* مشتقاً من *C. virosa*.

التكوين الكيماوى

يتكون من غطاء البذرة والفلقات والجنين وغطاء البذرة يكون ١٣٪ من وزن البذرة. والجدول (١) يعطى التكوين الكيماوى.

جدول (١): التكوين الكيماوى للفول السيفى.

المكون (جم لكل ١٠٠ جم)	المدى	المكون (جم لكل ١٠٠ جم)	المدى
الماء	١١,٠–١٥,٥	كربوايدرات[أ]	٤٤,٧–٥٩,٢
البروتين	٢٣,٨–٢٧,٦	ألياف	٤,٩–٨,٠
الدهن الخام	٢,٣–٣,٩	رماد	٢,٧–٤,٢

أ: بالفرق

الكربوايدرات

يحتوى الفول السيفى على ٤٥,٢ – ٥٦,٩٪ كربوايدرات والنشا مكون من حبيبات صغيرة وكبيرة بيضية الشكل والحبيبات الكبيرة تبلغ ٣٧ ميكرومتر ومحتوى الأميلوز فى النشا ٢٨,٧٪ ودرجة حرارة التجلتن تتراوح مابين ٦٧,٨ – ٧٨,٠°م. وهو يصلح حيث يحتاج الأمر إلى لزوجة عالية وثبات عالى أثناء التسخين لمدة طويلة ويوجد به بضع سكريات خاصة عائلة الرافينوز.

البروتين

عزلت أربعة جلوبيولينات من البذرة أحدها أظهر نشاط يورياز urease والآخرون كانافالين canavalin وكونكانافالين concanavalin أ ، ب والكونكانافالين أ هو ملزز للدم نباتى ويوجد بنسبة ٢,٥ – ٣٪ بالوزن وتركيب الكانافالين مجانس للفاصولين phaseolin فى الـ *Phaseolus vulgaris*. ويعمل اليورياز أثناء الإنبات وكبروتين تخزين فى الأوقات الأخرى وهو يوجد بنسبة ١٪ من بروتينات البذرة. والجدول (٢) يعطى تكوين الأحماض الأمينية فى الفول السيفى.

جدول (٢): الأحماض الأمينية فى الفول السيفى.

الحمض الأمينى	المحتوى (مجم/ ١٠٠ جم ن)	الحمض الأمينى	المحتوى (مجم/ ١٠٠ جم ن)
حمض جلوتاميك	٦٤٤	لوسين	٤٥٣
ثريونين	٢٧٥	تيروسين	٢١٩
سيرين	٣١٦	فينيل ألانين	٣٢٢
ألانين	٢٧٥	ليسين	٣٤٤
جليسين	٢٤١	هستيدين	١٦٩
فالين	٢٨٨	أرجينين	٢٩٤
ميثيونين	٨٥	تربتوفان	٧٥
ايزولوسين	٢٥٠		

والميثيونين هو أهم حمض أمينى محدد. وأقل ذوبان للبروتينات على جـ$_{يد}$ ٤,٥ وتزداد بزيادة جـ$_{يد}$ أو نقصانه. وإستخلاص البروتين فى وسط قلوى أو حمضى كان ممكناً بإستخدام ص كل أو ص أيد أو ص$_{٢}$ك أ$_{٣}$ أو يد كل أو ص$_{٢}$ك أ$_{٣}$ مع منظم فوسفات (٠,٠٥ جزيئى و جـ$_{يد}$ ٧,٤).

المعادن minerals

البذور مصدر جيد للمعادن خاصة الفوسفور والكالسيوم وكلوريد النحاس (الجدول ٣). ومعظم الفوسفور يوجد كفيتات ونفس الجدول يعطي كميات الفيتامينات (جدول ٣).

جدول (٣) الفيتامينات والمعادن في الفول السيفي.

المكون	المحتوى	المكون	المحتوى
معادن (مجم/١٠٠ جم)		فيتامينات (مجم/١٠٠ جم)	
فسفور	٢٩٨	ثيامين	٨,٥
كالسيوم	١٥٣	ريبوفلافين	٠,٤
مغنيسيوم	٤١	حمض بانتوثينيك	٠,٤
حديد	١٠,١	نياسين	٢,٠
خارصين	٢,٢		
نحاس	٣,٥		
منجنيز	١,٥		

العوامل المضادة للتغذية

اللكتين هو كونكانافالين وهو يتفاعل مع الجلوبيولين الكربوايداتي على مواقع على سطح غشاء الخلية وحقنه مباشرة في الحيوان سبب تلزز agglutination كرات الدم الحمراء ثم تحلل الدم hemolysis وأخيراً الوفاة. وهو يتحد بخلايا المخاط المبطن للأمعاء وبذا يقلل مقدرة الجسم على إمتصاص المغذيات. وهو يميل إلى بعض الكربوايدرات ويرتبط بمواقع على plasmalemma لخلايا الحيوان وبروتوبلاست النبات التي تحمل سكريات مستقبلة ويحتاج إلى معادن لنشاطه.

وكونكانافالين من *Canavalia ensiformis* كان له وزن جزيئي ٣٣٠٠٠ واحتوى على خارصين مرتبط تماما.

والفول السيفي له قيمة غذائية فقيرة مالم يسخن.

مثبطات التربسين

يُثَبط مُثبط التربسين بالحرارة فالطبخ لمدة ٣٠ ق ثبط هذا المثبط تماماً (جدول ٤).

جدول (٤): تأثير الطبخ على نشاط مثبط التربسين في الفول السيفي.

وقت الطبخ (دقيقة)	نشاط مثبط التربسين (وحدة تثبيط)	
	غير منقوع	منقوع [1]
مضبوط	١٢,٤	١٢,٥
١٠	١١,٦	٩,٨
٢٠	١٠,٩	٣,٧٦
٣٠	٨,٦	لم يوجد نشاط
٦٠	٦,٤	لم يوجد نشاط

أ: نقعت البذور في ماء مقطر لمدة ٢٤ ساعة على ٤°م.

أما المعاملة في الأتوكلاف على ١٢٠°م (١٥ رطل ضغط) فقد هدمت معظم مثبط التربسين خلال ٢٠ ق والإنبات للبذور المنقوعة لمدة ٤٨ ساعة أنقص نشاط مثبط التربسين بمقدار ٣١٪ (الجدول ٥).

جدول (٥): تأثير الإنبات على نشاط مثبط التربسين في الفول السيفي.

الإنبات (ساعة)	تثبيط مثبط التربسين (وحدات)
صفر	١١,٦٨
١٢	١٠,٩٣
٢٤	١٠,١٨
٣٦	٩,٤٥
٤٨	٨,٦٧

عديد الفينولات polyphenols

وقد تسمى تانينات وتوجد معظمها في غطاء البذرة مع كميات صغيرة في الفلقات وتزيد في البذور ذات الألوان وعندما طبخت البذور في ماء يغلي لمدة حتى ٦٠ق كان هناك خفض قدره ٦٠٪ (الجدول ٦) فالطبخ أزال معظم عديد الفينولات وكذلك المعاملة في الأوتوكلاف أنقصت عديد الفينولات ٩٠٪ في الدقيق و ٧٠٪ في البذور

جدول (٦): تأثير الطبخ على عديد الفينولات في بذور الفول السيفي.

وقت الطبخ (دقيقة)	عديد فينولات (٪) غير منقوع	منقوع [أ]
مضبوط	١,٣١	٠,٨٠
١٠	١,١١	٠,٥٣
٢٠	٠,٨٨	٠,٣٤
٣٠	٠,٦٥	٠,١٥
٦٠	٠,٥٣	٠,١٥

أ: نقعت البذور في ماء مقطر لمدة ٢٤ ساعة على ٤°م.

وكان هناك خفض جوهري (٥٠٪) في محتوى عديد الفينول أثناء الإنبات (جدول ٧).

جدول (٧): تأثير الإنبات على عديد الفينول في الفول السيفي.

إنبات (ساعة)	عديد فينول (٪)	إنبات (ساعة)	عديد فينول (٪)
غير منبت	١,٠٣	٣٦	٠,٨٠
١٢	٠,٩٤	٤٨	٠,٦٥
٢٤	٠,٨٥		

كما يوجد ٠,٠١٠٨٪ حمض ايدروسيانيك. أما الصابونين فتسبب عنه دوخة وقيء ويمكن بالنقع تجنب هذه المتاعب.

الإستخدام

إستخدام البذور الناضجة الجافة محدود نظراً للنكهة والقوام غير المرغوبين وهو عموماً ينقع ويغلي في ماء أو مأج لإزالة المكونات السامة ولتطريتها. وفي أندونيسيا تغلي مرتين وتترك في ماء يجري لمدة يومين بعد إزالة القشرة ثم تخمر لمدة ٣-٤ أيام ثم تطبخ مرة أخرى والبذور الناضجة قد تحمص وتستخدم كبديل للقهوة. أما القرون غير الناضجة الخضراء فتغلي وتحمر في زيت مع ملح وتوابل وتؤكل كخضر. وفي أندونيسيا الأوراق الصغيرة تعامل بالبخار وتستخدم كعوامل تنكيه.

(Bahar, Kadam & Salunkhe)

فول الصَويا soya beans

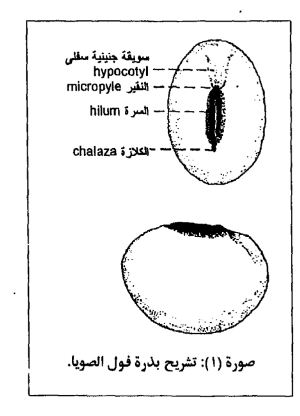
الإسم العلمى	*Glycine max* [L.] Merr.
الفصيلة/العائلة: القرنية	Leguminoseae
تحت العائلة	Papilvoncideae

بعض أوصاف

حوالى نصف إنتاج العالم من بذور الزيوت هو من فول الصويا وهذا أكثر من الإنتاج الكلى لبذور بذرة القطن والفول السودانى وعباد الشمس والقرطم. وينتج الهكتار ٢ طن تقريباً.

وتحت الظروف العادية فإن تلقيح فول الصويا ذاتى ووقت الإزهار يؤثر فيه طول الليل والأصناف المختلفة تستجيب لمختلف طول الليل فمن المهم إختيار الصنف الملائم لخط العرض الذى سيتم فيه النمو لأنه إذا كان صنف من خطوط العرض الجنوبية قد زرع لينمو شمالاً فإنه لايزهر حتى متأخراً فى الموسم وقد يتجمد قبل نضج البذرة وبالعكس فإن الأصناف الشمالية التى تنمو فى خطوط العرض الجنوبية قد تزهر قبل أن يصل النبات كامل نموه وبذا ينقص الإنتاج.

وبذرة فول الصويا تتراوح فى الوزن من ١٠٠ - ٣٠٠ مجم مع قطر من ٤ - ٨ مم. وهى دائرية فى الشكل عندما تكون جافة وتنتفخ إلى شكل الكلوة عنما تكون مبتلة (الصورة ١) وتتكون من: السرة hilum (وهى نقطة الإتصال بالقرن) والنقير micropyle (فتحة صغيرة خلالها تنمو أنبوبة الجنين) والكلزة (قاعدة الجويزة (النويسلة) مقابلة للنقير). وغطاء البذرة يكون ٩٪ من وزن فول الصويا ويشتمل على الفلقتين والجنين وهو ليس سهل الفصل من البذرة الجافة ولكن إذا كسرت البذرة أو تشربت ماءاً فإن غطاء البذرة يسهل فصله وهو أصفر أو أخضر أو بنى أو أسود ولكن الفلقات خضراء أو صفراء. وغطاء البذرة يتكون من عدة طبقات من الخلايا من نوع معين يعرف بإسم زجاجة الساعة hourglass بسبب شكلها وهى تبرق بجهة الضوء ولذا تستخدم كعلامة وصفية لتحديد ما إذا كان فول الصويا أضيف إلى جريش ما. وإذا نقع فول الصويا فى الماء فإن قليلاً وربما حوالى ١٪ لاتتشرب ماءاً وتسمى بذور صلبة hard seeded وهذه خاصية لغطاء البذرة. وتكون الفلقتان ٩٠٪ من البذرة وخلاياها معبأة بأجسام البروتين وأجسام دهنية وتوجد حبيبات النشا مبكراً فى نضج الفلقات ولكنها تقل إلى أقل من ١٪ عند النضج.



صورة (١): تشريح بذرة فول الصويا.

والأجسام البروتينية ٢-٢٠ ميكرومتر في القطر. وتحتوى الجليسينين glycinin والكونجليسينين conglycinin وهما بروتينا التخزين في فول الصويا. وهي تناضحيا هشة ولكن يمكن عزلها بإستخدام مُنَظِمَات عالية التناضح عند جيد ٥. بجانب أن نقع فول الصويا لبضع دقائق في ماء يغلي يسبب أن الأجسام البروتينية تثبت حرارياً ولاتشتت في الماء.

وأجسام الدهون حول ٠,٢ - ٠,٥ ميكرومتر فهي أصغر من الأجسام البروتينية وهي مواقع التخزين. والطرد المركزي يفصل الأجسام الدهنية كطبقة عائمة ولكن بسبب إحتوائها على الفوسفوليبيدات فإن أصغر أجسام الدهن ترسب في حقل الطرد المركزي. والسويقة الجنينية السفلى hypocotyl لها تكوين مختلف عن الفلقات (زيت أقل وكربوايدرات أكثر) ولكنها تعامل إلى زيت وجريش فتأثيرها بسيط وهي تكون ٢,٥٪ من وزن البذرة.

ولتخزين فول الصويا فإن محتوى الرطوبة يجب أن يكون أقل من ١٤٪ لمنع نمو الكائنات الدقيقة. وكذلك نظافة البذور هامة لتجنب فعل الحشرات وغيرها. وإذا إبتدأ التدهور فإن نمو البكتيريا أو الفطر يولد درجات حرارة أعلا ورطوبة بحيث تصبح العملية ذاتية وأحسن طريقة هي توزيع مجسات sensors درجة الحرارة خلال مخزون البذرة وبسرعة تخلط البذور التي تظهر إرتفاعاً في درجة الحرارة. وعند نقل البذور فإنها قد تتكسر إلى قطع تسمى شقوق/فِلْقَات splits وهذه لها تأثير على التدريج لأن الزيت المستخلص منها يميل إلى أن يكون محتوياً على كميات أعلا من الأحماض الدهنية الحرة والفوسفوليبيدات عن البذور الكاملة. ويجب تقليل تعريض الزيت للهواء وربما غلف بطبقة من النتروجين. والتدريج يأخذ في الإعتبار إختبار الوزن والشقوق/الفِلْقَات والضوء الحراري والمواد الغريبة واللون.

التكوين composition

يحتوى فول الصويا على ٣٠ - ٤٥٪ بروتين (على أساس الوزن بدون رطوبة) والمتوسط حوالي ٣٥,٣٥٪ عند ١٣٪ رطوبة. والزيت من ١٥ - ٢٤٪ وحوالي ١٩٪ على أساس ١٣٪ رطوبة والألياف الخام الكلية ٤,٤٪ على أساس ١٣٪ رطوبة وهذه معظمها سيليولوز وهيميسيليولوز وبكتين والقشرة الخارجية ٨٪ بالوزن من البذرة غنية في الألياف الخام (٣٥٪). والسكر الكلي ٤,٩ - ٩,٥٪ على أساس ١٣٪ رطوبة منه ٦٠٪ سكروز ، ١٠٪ رافينوز و ٣٠٪ ستاكيوز. والرافينوز والأستاكيوز يسببان إنتفاخ البطن في الإنسان وخفض في كفاءة قيمة العلف في الحيوان.

البروتينات proteins

يكون الجليسينين والـ β-كونجليسينين β-conglycinin ٦٥ - ٨٠٪ من البروتين أو ٢٥ - ٣٥٪ من وزن البذرة. والجليسينين هو أحد اللجيومينات legumins وهذه تتميز بكتل جزيئية ٣٠٠ - ٤٠٠ كيلو دالتون ومعامل ترسيب ١١±١س. أما الـ β-كونجليسينين فهو فيسيلين وله كتل جزيئية في مدى ١٥٠ - ٢٥٠ كيلو دالتون وهو

جليكوسيلاتية glycosylated وله معامل ترسيب ٧± ٠,٥ س.

وفى فول الصويا الجليسينين والـ β-كونجليسينين كثيراً ما توصف بقيم ترسيبها ١١ س ، ٧ س ولكن هذه الأجزاء كثيراً ماتكون غير نقية. والجزء ٧ س من بروتينات فول الصويا يحتوى بجانب β-كونجليسينين على لكتينات وليبوكسيجيناز و β-أميلاز.

والـ β-كونجليسينين هو ثلاثى trimer و/أو سداسى hexamer فى المحلول وغالباً مايوجد فى الشكلين فى البذرة. وببتيدان متشابهان α و α' (٥٧ كيلو دالتون) وببتيد β جليكوسيلاتى glycocylated (٤٢ كيلو دالتون) تجمع فى البروتين الناضج فى شكل غير إعتباطى فى سبعة أشكال $\alpha'\beta_2$ و $\alpha\beta_2$ و $\alpha\alpha'\beta$ و $\alpha_2\beta$ و $\alpha_2\alpha'$ و α_3 و β_3 ولها كتل جزيئية ١٢٥ - ١٧١ كيلو دالتون. وتحت وحدات α و α' لها ١-٢ جزىء سستئين فى كل جزىء ببتيد بينما الـ β ببتيد لايوجد بها أى سستئين.

أما الجليسينين فهو hexamer فهو سداسى وهو يتكون من ٦ ببتيدات غير إعتباطية مزدوجة الحامضية والقاعدية. والببتيدات الحامضية لها كتل جزيئية من ٤٤,٣٧ ، ١٠ كيلو دالتون بينما الببتيدات القاعدية لها كتلة جزينية ٢٠ كيلو دالتون والزوج الحمضى القاعدى (ح.ق AB) يرى فى الجدول (١).

وقد حددت سبعة ببتيدات حمضية وثمانية قاعدية فى ١٨ صنف. ويظهر أن هناك أزواج ح.ق غنية فى الكبريت وأخرى فقيرة فيه.

حدول (١): معقدات الجليسينين الحمضية القاعدية.

معقد ج.ق	أحماض أمينية كبريتية	الكتلة الجزيئية (كيلودالتون)
ح١١ ق٢	١٤	٥٧
ح١ب ق١ب	١٢	٥٧
ح٢ ق١١	١٤	٥٧
ح٣ ق٤	٩	٦٢
ج٥ ح٤ ق٣	٣	٦٧

ولكتيتات الصويا هى مثبطات نمو للحيوانات وهى حساسة للحرارة وهى ترتبط بقوة بالكربوايدرات مما يفسر نشاطها الملَزِز haemagglutinating.

ويحتوى فول الصويا على نوعين من مثبطات البروتياز أو التربسين وهناك مثبط كونيتس Kunitz وله وزن جزيئى ٢١٥٠٠ ومثبط بومان-بيرك Bowman-Birk وله وزن جزيئى ٨٠٠٠. ومثبط كونيتس يعمل فقط على التربسين فى حين مثبط بومان-بيرك يثبط كلاً من التربسين والكيموتربسين. والمعاملة بالحرارة الرطبة تمسخ حوالى ٩٠٪ من مثبط التربسين والباقى ثابت ضد الحرارة. ومثبط التربسين يؤثر على الحيوانات فى حجم الخنزير الهندى guinue-pig وأصغر ولكن ليس لها تأثير على الحيوانات الأكبر فيما عدا الخنازير فى دور الفطام.

الدهون lipids

ليبيدات فول الصويا تحتوى ٢ - ٥٪ فوسفاتيدات تبعاً لظروف النمو و ١,٦٪ مواد غير متصبنة والباقى جليسريدات ثلاثية. ويوجد أحماض أوليك ولينوليك وبالمتيك واستياريك ولينولينيك مع

آثار (أقل من ١٪) من ميرستيك وبالميتولييك وهبتاديكانويك heptadecanoic وايكوسا إينويك وأراكيديك وبهينيك وأيروسيك erucic.

وتوزع مجموعات الأسايل بغير إنتظام في الجليسريدات الثلاثية مع وجود الأحماض الدهنية المشبعة في المواقع ٣،١ واللينوليات في الموقع ٢. والموقع ١ يربط عادة أكثر من البالميتات والإستيارات عن الموقع ٣ والأوليات توجد في الموقع ٣ بكثرة.

والفوسفاتيدات تحتوى نفس مجموعات الأسايل الموجودة في الجليسريدات الثلاثية ولكن البالميتات تركيزها أكثر عن الأوليات. وأهمها فوسفاتيديل كولين ٢٥٪ phosphatidyl choline وإيثانولامين ٢٢٪ ethanolamine والاينوسيتول ١٤٪ مع كميات أقل تركيزاً من حمض الفوسفاتيديك والفوسفاتيديل سيرين phosphatidyl serine.

أما المواد غير المتصبنة فتحتوى الستيرولات والأيدروكربونات والتوكوفيرولات. والـ β- سيتوستيرول β-sitosterol مع الكامبستيرول campesterol والأستيجماستيرول stigmasterol تكون ٣,٥مجم/جم من الزيت. والتوكوفيرولات تكون ١,٢٥ مجم/جم من الزيت منها ٧٠٪ γ مع كميات أقل من δ والـ α.

التدريج grading standards

الجدول (٢) يعطى الدرجات التى أستهما خدمة تفتيش الحبوب الفيدرالية Federal Grain Inspection Service فى الولايات المتحدة. ويقسم فول الصويا إلى قسمين تبعاً للون: صفراء أو مختلطة. وكل قسم يقسم إلى أربعة أقسام عددية وقيمة درجة ولايات متحدة US sample grade ودرجات منخفضة مثل ثومى garlicley ومصاب infested توجه لتأكيد خواص خاصة تؤثر على القيمة وتضاف وتعمل كجزء من الدرجات. وهناك ستة عوامل فى تخصيص الدرجة: إختبار الوزن وضرر الحرارة والضرر الكلى والمواد الغريبة والشقوق/الفِلْقَات splits وفول الصويا من ألوان أخرى. وإختبار الوزن يحدد بواسطة ١,٢٥ كُوَارْت quart ولايات متحدة (٠,٩٥ لتر) قبل إزالة المواد الغريبة. والمواد الغريبة تقدر بالنخل وبعد النخل تقدر الشقوق بالنخل أيضاً وبالمثل تقدر الحبوب المتضررة باليد.

❖ المعاملة processing

فول الصويا نادراً مايطبخ ويؤكل فهو يُصَنَّع إلى أغذية ومنتجاتها وهنا سيتم شرح فصل الزيت والجريش بواسطة المذيب ثم المعاملة للزيت والجريش.

فصل الزيت oil separation

يفصل الزيت فى شركات تسمى الساحقات crushers.

التحضير preparation

قبل إستخلاص الزيت تنظف بذور فول الصويا وتكسر إلى عدة قطع (لحم meats) وتزال القشور

بالسفط وتهيىء اللحوم meats بالتدفئة وبإضافة رطوبة وهذا هام لكى تتكون رقائق ملتصقة cohesive فتوضع اللحوم meats المهيئة خلال إسطوانات ناعمة تعمل رقائق منها سمكها ٠.٠٢٥ سم. وعمل الرقائق مفيد لنفاذية المذيب المتجانسة ولتمزيق نسيج فول الصويا حتى يمكن للمذيب أن ينفذ وأن يذيب الزيت.

وقد يحدث أن توضع الرقائق خلال باثق طابخ (مُمِدْ expander) لإعطاء أطواق collets وهذه هى أجزاء من الحبل rope الخارج من المُمِدْ وهذه العملية تعطى أطواق ذات ثغور ولكن عالية الكثافة تصلح للإستخلاص أسهل من الرقائق كما أن الأطواق collets تحتفظ بمذيب أقل من الرقائق وبذا تقلل الطاقة اللازمة لإزالة المذيب إلى أقل حد ممكن.

جدول (٢): الدرجات ومتطلباتها فى الولايات المتحدة.

درجة ولايات متحدة ج	أقل اختبار وزن للبوشل الأمريكى د (رطل)	حبوب متضررة		الحدود القصوى		
		ضرر حرارى ٪	ضرر كلى ٪	مواد غريبة ٪	شقوق/فِلْقات ٪	فول صويا من الوان أخرى ٪
١	٥٦,٠	٠,٢	٢,٠	١,٠	١٠,٠	١,٠
٢	٥٤,٠	٠,٥	٣,٠	٢,٠	٢٠,٠	٢,٠
٣ أ	٥٢,٠	١,٠	٥,٠	٣,٠	٣٠,٠	٥,٠
٤ ب	٤٩,٠	٣,٠	٨,٠	٥,٠	٤٠,٠	١٠,٠

أ: فول صويا المبقع mottled أو لونه أرجوانى لايدرج أعلا من ولايات متحدة نمرة ٣.

ب: فول الصويا المتأثر بالجو materially weathered لايدرج أعلا من ولايات متحدة نمرة ٤.

ج: فول صويا ولايات متحدة: (١) لاتقابل إحتياجات ولايات متحدة أرقام ١، ٢، ٣، ٤. أو (٢) تحتوى على ٨ حجرات أو أكثر والتى لها وزن متجمع أكثر من ٠,٢٪ من وزن العينة أو قطعتى زجاج أو أكثر أو ثلاث بذرات من *Crotalaria* أو أثنين أو أكثر من بذور زيت الخروع .*Ricinus communis* L أو أربع جسيمات أو أكثر من مواد غريبة غير معروفة أو مواد معروف أنها ضارة أو سامة أو ١٠ أو أكثر من قريصات القوارض أو روث الطيور أو كمية مكافئة من القذارة الحيوانية فى كل كيلو جرام من فول الصويا. أو (٣) لها رائحة عفنة أو حمضية أو تجاريا غريبة غير مقبولة (فيما عدا رائحة الثوم). أو (٤) مسخنة أو من قيمة منخفضة ظاهرة.

د: بوشل الولايات المتحدة = ٣٠ لترا.

المذيبات solvents

عادة المذيب هو هكسان تجارى وهو جزء بترولى له مدى درجة حرارة غليان من ٦٥ - ٧٠°م. وهو مخلوط من ن-هكسان وهكسان حلقى cyclohexane وميثيل بنتانات methylpentanes وله لزوجة منخفضة وحرارة

تبخير منخفضة. وأهم عيوبه هو الإلتهاب والإحتياطات الواجب إتخاذها لتناوله بأمان.
والأيدروكربونات المكلورة هي أيضاً مذيبات جيدة للجليسريدات الثلاثية في فول الصويا ولكن إستخدام ثالث كلورواثيلين أدى إلى جريش سام خلال الأربعينات مما لم يشجع على إستخدامه.
والإيثانول وكحول مشابه البروبايل isopropyl alcohol هي مذيبات للجليسريدات الثلاثية ذات كفاءة عندما تكون ساخنة. والتبريد يمكن إستخدامه لفصل الجليسريدات الثلاثية من المذيب ولكن المذيبات الكحولية لاتستخدم تجارياً في الإستخلاص.

الإستخلاص extraction

الرقائق بالدهن (أو الأطواق collets) تحمل في المستخلص لعمل طبقات ينساب عليها المذيب. والمستخلصات قد يكون لها طبقات beds عميقة (١,٢ متر) أو ضحلة (٠,٦ متر) وهي تنظم بحيث يمر المذيب في إتجاه عكسي للطبقات. وعلى ذلك فالرقائق المستخلصة تماماً تتصل بالهكسان الطازج الداخل إلى المستخلص والرقائق ذات الدهن (التام) تتصل بالمزيج miscella (المملوءة بالدهن) قبل تركها المستخلص مباشرة. ودرجة حرارة الإستخلاص حوالي ٦٠°م لإسراع إنتشار المذيب ولخفض لزوجة المزيج miscella وكلاهما يُعَزز إستخلاص الزيت والإستخلاص بالمذيب يستطيع خفض الزيت المتبقي في رقائق الصويا إلى ١٪.

إزالة المذيب removal of solvent

بعد الإنتهاء من الإستخلاص فإن المذيب يجب أن يزال من كل من الزيت والرقائق. والمزيج miscella كامل الدهن يحتوى على ٢٥ - ٣٠٪ زيت ويزال المذيب بمرحلتي تبخير فراغي لفلم يرتفع يتبعها مرحلة ثالثة لعمود نزع stripping column وبنهاية هذه العملية يحتوى الزيت الخام حوالي ١٠٠٠ جزء في المليون هكسان ويكون له نقطة وميض (للزيت) ١٢١°م.
والرقائق تعامل في محمص/مزيل للمذيب بالإتصال المباشر بالبخار أولاً لإزالة الهكسان وثانياً لمعاملة الرقائق بالحرارة لهدم مثبط التربسين. وبعد ترك المحمص/مزيل المذيب تبرد الرقائق وتطحن إلى جريش لإستخدامها كمكون علف عالي البروتين إذ تبلغ نسبة البروتين ٤٤٪ عندما تضاف القشور أو ٤٧,٥-٤٩٪ بروتين من غير قشور.
وإذا كانت الرقائق ستستخدم لإنتاج معزول بروتين فول الصويا أو مركزات فول الصويا الذائبة فإن إزالة المذيب يجب أن تتم مع أقل حرارة للمحافظة على ذوبان البروتين. ومزيلات المذيب الوميضية متاحة حيث الهكسان فوق المسخن يستخدم كوسط نقل حرارة لتبخير الهكسان. ويحتفظ بالرقائق جافة ومع هذا النظام فإنه يحتفظ بذوبان البروتين.

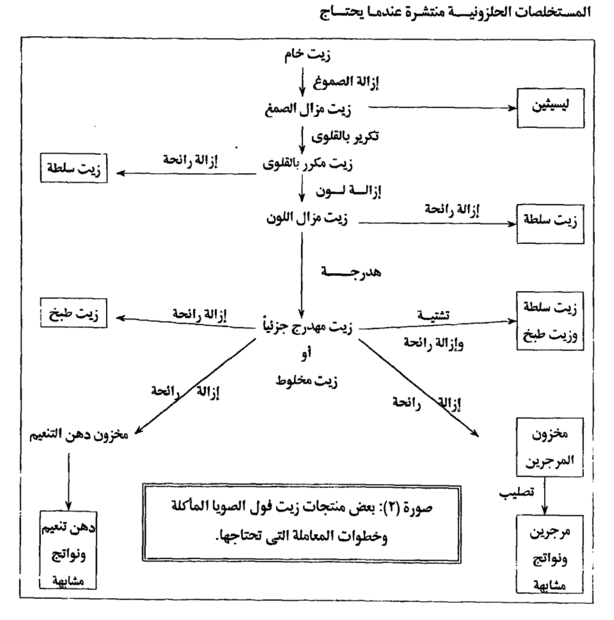
المستخلص الحلزوني expelling

النظام الحديث لإحداث ضغط هو المستخلص الحلزوني expeller وهو مايشبه البريمة auger تدور بموتور داخل قفص من قضبان معدن

المسافات بينها ضيقة. وعندما تتحرك رقائق البذرة المملوءة بالزيت خلال المستخلص الحلزونى فإن الضغط المبذول بواسطة البريمة يدفع الزيت خارجه خلال القضبان بينما الرقائق منزوعة الدهن تدفع بالبريمة إلى الفتحة الموجودة فى النهاية. وتولد المستخلصات الحلزونية كميات كبيرة من الحرارة وكثيراً مايكون بروتين الجريش له قيمة منخفضة عن الجريش المستخلص بالمذيب بسبب زيادة الحرارة كما أن الزيت المتبقى فى المستخلصات الحلزونية يبلغ ٣-٤٪ ومع ذلك فإن المستخلصات الحلزونية منتشرة عندما يحتاج الأمر إلى مناولة أنواع مختلفة من بذور الزيوت. وتستطيع المستخلصات الحلزونية مناولة ٥٠ - ٨٠ طن فى اليوم من البذور. وتحضير فول الصويا للمستخلص الحلزونى مشابه لتحضيرها للإستخلاص بالمذيب.

تكرير زيت الصويا soya-oil refining

بعد الإستخلاص وإزالة الزيت فإن زيت فول الصويا يحتاج إلى تكرير ليتحول إلى منتجات مأكلة (الصورة ٢).



صورة (٢): بعض منتجات زيت فول الصويا المأكلة وخطوات المعاملة التى تحتاجها.

إزالة الصموغ degumming

يحتوى الزيت الخام على حوالى ١ - ٣٪ فوسفوليبيدات والتى تعرف بإسم الصموغ فى الصناعة وهى تعمل مع التوكوفيرولات كمضادات أكسدة ولكنها تترسب فى الزيت مكونة وحل sludge يصعب إزالته من تنكات التخزين أو تنكات الطريق وعلى ذلك فإن الزيت الخام تزال صموغه بواسطة الساحقات crushers قبل الشحن أو التخزين.

وتتكون عملية إزالة الصموغ من إضافة ١-٣٪ ماء لتميؤ الفوسفوليبيدات ويتبع ذلك عملية طرد مركزى لإزالة المادة المميأة والفوسفوليبيدات تزال فى الطور المائى وهى إما أن تستعاد لتباع كمكون غذائى - ليسيثين - أو تضاف إلى الجريش لتباع كعلف حيوانى والفوسفوليبيدات المتبقية فى الزيت يقال أنها لاتتميأ nonhydratable وهى معظمها أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم لحمض الفوسفاتيديك. ومعاملة حمضية للزيت الخام تجعل هذه الفوسفوليبيدات بحيث يمكن إزالتها بالغسيل بالماء.

التكرير بالقلوى alkali refining

الغرض من التكرير بالقلوى هو إزالة الأحماض الدهنية الحرة من الزيت الخام (إذا لم يكن قد تم إزالة الصموغ فإن الفوسفوليبيدات تزال بواسطة التكرير بالقلوى). والأحماض الدهنية الحرة غير مرغوبة لأنها تخفض عند درجة الحرارة التى يبتدى فيها الزيت فى التدخين عندما يسخن كما فى التحمير. وزيت فول الصويا الخام يحتوى على ٠,٥ - ٠,٧٪ أحماض دهنية حرة وتخفض بالتكرير بالقلوى إلى < ٠,٠٥٪ أحماض دهنية حرة. والعملية تبتدىء بغسيل الزيت بمحلول أيدروكسيد صوديوم ١٢٪ ثم الطرد المركزى. والأحماض الدهنية تتحول إلى صابون صوديومى وتزال مع الوسط المائى. ويحدث فقد فى الزيت وكلما زادت كمية الأحماض الدهنية الحرة كلما زاد الفقد وبعد الغسيل بقلوى مخفف يغسل الزيت مرة أخرى بالماء لإزالة متبقيات الصابون ويجفف تحت فراغ إلى محتوى رطوبى ٠,١٪ ويمكن الحصول على الأحماض الدهنية بالتحميض وعملية طرد مركزى للوسط المائى. وهى تستخدم فى صناعة الصابون ولكن كثيراً ما تضاف إلى جريش فول الصويا لزيادة الطاقة.

التبييض bleaching

يستخدم التبييض لتخفيف اللون بإضافة تربة تبييض (طفل ماز معامل بالحمض عادة) إلى الزيت الساخن تحت فراغ وتمتص عليه الكاروتينويدات والكلورفيل وتزال بالترشيح. كما تمتز أتربة التبييض نواتج أكسدة ومعادن الأكسدة: حديد ونحاس فالتبييض يلعب دوراً هاماً فى تثبيت الزيت ضد الأكسدة بجانب تخفيف اللون.

الهدرجة hydrogenation

زيت فول الصويا عالى عدم التشبع ولعمل منتجات منه مثل دهون التنعيم والمرجرين يضاف الأيدروجين إلى الروابط المزدوجة فى الجليسريدات الثلاثية لرفع نقطة إنصهارها

وتستخدم الهدرجة أيضاً في التشبيع للروابط المزدوجة فيزيد الثبات صد التأكسد.

وتجرى الهدرجة على دفعات وإن كانت الطريقة المستمرة ممكنة. وهي تحتاج إلى حافز نيكل وغاز الأيدروجين تحت خلط وتقليب شديد وزيت على ١٢٠ - ٢٠٠°م وهذه عوامل تؤثر على معدل الهدرجة ودرجة الإختيارية selectivity وتشير الإختيارية إلى زيادة معدل هدرجة حمض اللينولينيك على حمض اللينولييك ولتجنب توليد النكهة غير المرغوبة off-flavour من أكسدة حمض اللينولينيك.

ويحدث تشابه للأحماض الدهنية أثناء الهدرجة لإعطاء روابط مزدوجة في مواقع جديدة وتتغير الروابط المزدوجة من سيس إلى ترانس وترتفع درجة حرارة الإنصهار من تشبيع الروابط المزدوجة ومن تشابه سيس إلى ترانس في الروابط المزدوجة.

إزالة الرائحة deodorization

إزالة الرائحة هي تقطير تجاري على درجة حرارة مرتفعة تحت فراغ. وفيها تزال النكهات غير المرغوبة كما تحدث تبييض لما قد يتبقى من الصبغات الكاروتينويدية. وتتراوح درجة الحرارة مابين ٢٠٤ إلى ٢٧٥°م على ٦مم زئبق فتطير مركبات النكهة وكذلك الأحماض الدهنية الحرة وحوالي نصف التوكوفيرول ويمكن إذا كان الزيت منخفضاً جداً (أقل من ٥ جزء في المليون) في فوسفور الفوسفوليبيد أن تتم إزالة الأحماض الدهنية بالتقطر بدلاً من التكرير بالكيماوي. وتسمى العملية التكرير الفيزيقي physical refining ولكن الفوسفوليبيدات لابد من وجودها في تركيزات منخفضة جدا لانها تتلون باللون البني على درجات الحرارة العالية. والمُقَطَر distillate الذى يبقى من إزالة الرائحة يحتوى على كميات كبيرة نسبياً من التوكوفيرول. وتوجد أجهزة للدفعات ونصف مستمرة ومستمرة لإزالة الرائحة.

❖ منتجات زيت الصويا soya oil products

للمنتجات اللدنة مثل دهون التنعيم والمرجرين يتحقق القوام بمخلوط من بلورات الجليسريدات الثلاثية + الزيت ولتجنب حجم البلورات الكبيرة والقوام المحبب فمن الضروري وجود مخلوط من أحماض دهنية وهذا يعني - في حالة زيت الصويا - إضافة زيت يعطي حمض بالميتيك لتحقيق بلورات صغيرة. وبجانب دهون التنعيم اللدنة للإستخدام المنزلي فإنه يتم إنتاج دهون تنعيم جافة لإدخالها في خلطات منتجات الخبيز ودهون تنعيم سائلة لإستخدامها بسهولة في عمليات الخبز.

وبالنسبة للمرجرين فإن محتوى المواد الصلبة على درجات الحرارة المختلفة (دليل الدهن الصلب د.د.ص solid fat index SFI) هو قرينة هامة. فإذا كان المرجرين سيستخدم في المنزل فإنه يحتاج إلى منتج يبسط بسهولة على درجات حرارة المبرد/الثلاجة وينصهر تماماً في الفم (درجة حرارة الجسم). وهذه الخواص يحصل عليها بخلط دهون صلبة وطرية وزيوت. وتكوين البلورات لكل من

دهون التنعيم والمرجرين يتحقق بتبريد مخاليط بسرعة أثناء الخلط على سطوح تكشط فى مبادلات حرارية.

وزيوت الطبخ المبنية على زيت الصويا عادة تهدرج جزئياً لتقليل حمض اللينولينيك إلى أقل حد ممكن ولتقليل التزنخ التأكسدى أيضاً إلى أقل حد ممكن فى الزيت الساخن.

❖ منتجات بروتين فول الصويا
soya bean protein products

يذهب حوالى ٩٠٪ من جريش فول الصويا منزوع الدهن إلى غذاء الحيوان فيعمل منه دقيق فول الصويا بدرجات من الدهن مختلفة فكامل الدهن إلى منزوع الدهن وكذلك مركزات بروتين فول الصويا ومعزولات بروتين فول الصويا ومنتجات منسوجة مختلفة تشبه اللحوم والجبن والأغذية البحرية.

دقيق فول الصويا soya bean flours

بطحن رقائق فول الصويا إلى دقيق يحصل على منتج يستخدم فى صناعة الخبيز للإستفادة من إمتصاصها للرطوبة وكذلك تستخدم فى مستحلبات اللحوم لخواصها المستحلبة بجانب إمتصاصها للرطوبة. وينتج الدقيق كامل الدسم بطحن فول الصويا مزال القشر والدقيق غير المسخن به ليبوكسيجيناز نشط ويستخدم فى تبييض دقيق القمح المستخدم فى الخبيز، وفعل الأكسدة لليبوكسيجيناز يبيض الكاروتينويد ويؤكسد البروتينات محسناً إستعدادها للمكن. ويمكن إضافة زيت فول الصويا والليسيثين بدرجات مختلفة إلى الدقيق منزوع الدهن للحصول على درجات من دقيق فول الصويا مابين منزوع الدهن وذى الدهن الكامل. وتستخدم هذه المنتجات فى صناعة الخبيز. وإذا أستخدم دقيق فول الصويا بنسبة تركيز عالية فى منتجات الأغذية فإن هناك مشكلة بضع السكريات غير المهضومة: الرافينوز والأستاكيوز والتى تسبب إنتفاخ البطن ولتجنب هذه المشكلة تم تطوير مركزات بروتين فول الصويا.

مركزات بروتين فول الصويا
soya bean protein concentrates

معاملة رقائق فول الصويا منزوعة الدهن إلى مركزات يحتاج إلى أن البروتين يحول إلى غير ذائب مع إستخلاص السكريات الغذائية (سكروز ورافينوز وستاكيوز) بالماء ويمكن جعل البروتين غير ذائب بالمعاملة الحرارية أو بالمعاملة بإيثانول مائى أو بضبط رقم جيد إلى نقطة التكاهر ٤,٥ ويترك إستخلاص الماء كربوايدرات معقدة وبروتين وهذا يجب أن يصل تركيزه إلى ٧٠٪ ليقسم كمركز. وفى بعض التطبيقات مثل شراب عالى البروتين يحتاج الأمر إلى بروتين ذائب وهذا يتحقق بإستخدام رقم ج يد لجعل البروتين غير ذائب ثم زيادة رقم ج يد لإستخلاص السكريات. ويقاس ذوبان البروتين بمقياس دليل ذوبان النتروجين (د.ذ.ن NSI) أو دليل تشتت البروتين (د.ش.ب PDI) وهذه الدلائل تعطى النسبة المئوية للبروتين المتبقية فى المحلول أو المعلق بعد الطرد المركزى. وتستخدم المركزات فى صناعات الخبيز واللحوم لإمتصاصها للماء ولإستحلابها.

معزولات بروتين فول الصويا
soya bean protein isolates

المعزولات تحتوى ٩٠٪ بروتين فول الصويا وتحضر من رقائق منزوعة الدهن ذات د.ذ.ن NSI مرتفع. فيذاب البروتين فى قلوى مخفف ويفصل عن بقية المواد الخلوية ويرسب بضبط رقم ج يد إلى ٤,٥ ويخفف بالرذاذ أو يعاد ذوبانه برفع ج يد. وحوالى ٣/١ الرقائق تستعاد كمعزول بروتينى. وتستخدم معزولات البروتين لإمتصاص الرطوبة والإستحلاب فى مستحلبات الخبز واللحم. كما يمكن إستخدامها لتحسين القوام خلال تكوين الجل أو خواص الإلتصاق أو تخدم كمغذيات أولية فى تركيبات الأطفال. ودقيق فول الصويا والمركزات والمعزولات قد تغير قوام الأغذية بزيادة اللزوجة أو بالإحتفاظ بالرطوبة أو بالإلتصاق والتماسك cohesion ويمكن تغيير قوام الأغذية بتغيير قوام مواد فول الصويا.

النسيج texturizing

البثق يستخدم أساساً مع الدقيق والمركزات وهو طريقة للتسخين والتشكيل والباثق عبارة عن حلزون أو بريمة auger تدور داخل جاكتة برميل. وعندما يمر الدقيق أو المركز خلال البرميل بواسطة البريمة فإنه يسخن بالإحتكاك وبالبخار الذى يحيط بها. وينتج ضغط عالٍ فى أنف nose البرميل قبل الخروج مباشرة. وتشكل المادة بدفعها خلال باب الخروج وتنتفخ puffed نظراً للنقص المفاجىء فى الضغط.

والنسج spinning يطبق فقط على معزولات فول الصويا فيحضر محلول مركز من المعزول ويدفع خلال النساجات spinnerels (أطر بلاتين ذات خروم صغيرة) فى حمام حمضى فيترسب البروتين فى الحمض كَلِيف fibre مستمر. ولمنتجات فول الصويا المبثوقة والمنسوجة يمكن إضافة نكهات وألوان ودهون ... الخ لتشبه اللحوم وأغذية البحر. (Macrae)

الأهمية الغذائية dietary importance

يمكن تقسيم منتجات فول الصويا البروتينية فى ثلاث مجاميع: دقيق فول الصويا والجريش grits ومركزات الصويا ومعزولات الصويا وهى تتراوح فى محتواها البروتينى مابين ٥٠ - ٩٠٪ (الجدول ٣).

إسهام المغذيات فى أغذية الصويا
nutrient contribution of soya foods

فول الصويا الكامل مصدر جيد للبروتين والألياف والكالسيوم والحديد والخارصين والفوسفور والمغنيسيوم والثيامين والريبوفلافين وحمض النيكوتينيك والفولاسين. وأغذية الصويا المتخمرة تحتوى فيتامين ب١٢. والأغذية التى تستعمل كل فول الصويا مثل التمبة والناتو والميزو تحتفظ بمعظم الألياف الموجودة فى البذرة الكاملة. بينما لبن الصويا ومنتجات لبن الصويا مثل التوفو لاتحتوى هذه الألياف فمعظم الألياف تفقد فى الأوكارا أى فى اللب الذى يبقى بعد أن يُسَيَّل فول الصويا لإنتاج لبن الصويا. ومحتوى لبن الصويا والتوفو من الكالسيوم يختلف فالتوفو المصنوع بإضافة ملح كالسيوم أعلا كثيراً فى الكالسيوم.

جدول (٣): تحضير وإستخدام المغذيات الكبيرة فى بعض أغذية الصويا.

غذاء الصويا وإستخدامه	التحضير	تكوين المغذيات الكبيرة (جم/١٠٠ جم جزء مأكلة: كيلوكالورى ٪)			
		طاقة	دهن	بروتين	كربوايدرات
توفو (خثرة فول الصويا) يمكن جرشه لصلصة السلطة والغموس والبسط أو يؤكل مباشرة.	تنقع طول الليل ثم تطحن وتطبخ وترشح مما يعطى سائلاً (لبن الصويا) ولب قابل للفساد يسمى أوكارا okara. يخثر اللبن مع ملح كالسيوم أو مغنيسيوم، ويرمى الشرش وتضغط الخثرة لتكون رابطة متماسكة.	٩٣	٤,٨ (٪٥٢)	٨,١ (٪٣٩)	١,٩ (٪٩)
لبن الصويا كثيراً مايحل محل لبن البقر ولكن لايجب إستخدامه فى حالة لبن الأطفال.	لتثبيط مثبط التربسين فلن الصويا المنتج للشرب يطبخ أكثر من لبن الصويا المستخدم فى إنتاج التوفو. ولتعزيز النكهة فإن معظم المنتجات لها مكونات إضافية مثل المُحَلّيَات والزيت والمُنَكِّهَات والملح، تضاف إلى المشروب النهائى.	٨٥	١,٩ (٪٤٨)	٢,٨ (٪٣٢)	١٠٨ (٪٢٠)
تمبة tempeh (كيكة فول الصويا المتخمرة) تستخدم أساساً كبديل للحم أو تقطع وتضاف للسلطة.	بعد طبخ فول الصويا المقشور وحده أو مع حبوب أو بذور يوضع فى وعاء مخرم ويخمر بالعفن *Rhizopus oligosporus* لمدة ١٨ – ٢٤ ساعة على ٣٢°م مما يعطى كيكة بيضاء لها رائحة مميزة وكتل حوالى ٢سم فى السمك.	١٩٩	٧،٧ (٪٣٢)	١٧,٠ (٪٣٦)	١٩,٠ (٪٣٢)
ميزو (عجينة فول صويا متخمرة)	تغسل الصويا الكاملة وتنقع وتطبخ ثم تخلط بالأرز أو الشعير أو فول الصويا الذى خمر بواسطة *Aspergillus oryzae* أو *A. sojae* وتشكل فى شكل كتل nuggets كوجى koji ثم يحضن المخلوط ويخمر مما ينتج مورومى moromi الذى يخلط ويهرس ويبستر بعد أو قبل التعبئة بإسم ميزو.	٢٠٦	٦,١ (٪٢٢)	١١,٨ (٪٢٦)	٢٨ (٪٥٢)
ناتو natto يستعمل كفَوْقِيَات للأرز أو يضاف لشوربة ميزو أو سوتيه مع الخضر ويمكن تحليته ويقدم كمشهى.	يحضن فول صويا كامل ويعامل بالبخار حتى يصبح طرياً ثم يلقح بـ *Bacillus natto* ويخمر لمدة ١٥ – ٢٤ ساعة مما ينتج نكهة قوية نوعاً وقوام السطح ملتصق ولزج.	٢١٢	١٧,٧ (٪٤٤)	١١,٠ (٪٣١)	١٤,٤ (٪٢٥)

وإمتصاص الحديد من الصويا وهو يوجد بنسب عالية يُعَزَّز جداً بإضافة فيتامين ج. وإمتصاص الكالسيوم من فول الصويا بواسطة النساء هو ٨٠٪ من إمتصاصه من لبن البقر. وإمتصاص الخارصين مهم بالنسبة للنباتيين فقد يحصلوا على أقل مما يلزم.

وأغذية الصوبا عالية نسبياً فى الدهن فالتوفو يتراوح مابين ٣٥٪ و ٥٠٪ على أساس الطاقة. والميزو والتمبة أقل بعض الشيء بينما نسبة الدهن فى لبن الصويا تختلف كثيراً تبعاً للمكونات الإضافية المستخدمة فى المشروب النهائى وأغذية الصويا أقل فى الدهن عما تحل محله من أغذية وهى على الأقل أقل فى الدهن المشبع ولاتحتوى كوليسترول.

وزيت الصويا حوالى ٥٠٪ حمض لينولييك ويحتوى على حوالى ٢٠٪ أحماض دهنية مشبعة وأحادية عدم التشبع. وهو يحتوى أيضاً ٧٪ حمض α-لينولينيك مما يجعله أحد المصادر النباتية القليلة الجيدة فى ٣-ω ‏ω-3 أحماض دهنية. ولكن هدرجة زيت الصويا تقلل محتوى حمض اللينولينيك كثيراً. وحمض اللينولينيك يحول إلى دوكوساهكسا اينويك (د.هـ.أ DHA) docosahexaenoic وحمض إيكوسابنتاإينويك (إ.ب.أ EPA) eicosapentaenoic acid وهما من ٣-ω ‏ω-3 الأطول سلسلة وتعالج وتمنع مرض القلب - ولو أن ذلك ليس بكفاءة. وهى تعتبر بواسطة البعض من المغذيات الضرورية خاصة فى تطور مخ الأطفال الصغار.

ألياف الصويا soya fibre

ألياف الصويا مصدر مركز للألياف فـ ١٣جم منها تعطى ١٠ جم ألياف غذائية بينما لايعطى هذه الكمية إلا ٥٨ جم من الشوفان. والتوفو ولبن الصويا منخفضان فى الألياف. وألياف الصويا خليط من مكونات تركيبية سيليولوزية وغير سيليولوزية لجدار الخلية الداخلى وجزؤها الرئيسى غير سيليولوزى ويتكون من عديد السكريات الحمضية: سلاسل أرابينوجالاكتان وارابينان وحوالى ١٠٪ مكونات سيليولوزية. وألياف الصويا (٧-١٠جم) أظهرت تأثيراً حسناً على تنظيم جلوكوز الدم فى مرضى البول السكرى بينما كميات أكبر (٢٥جم) خفضت الكوليسترول الكلى وكوليسترول الليبوبروتين منخفض الكثافة (ل.خ.ك LDL) low density lipoprotein. وألياف الصويا تزيد من وزن البراز وأن إختلف تأثيرها على وقت الإنتقال فى الأمعاء. وهذه النتائج تظهر أن ألياف الصويا تحتوى كميات معقولة من الألياف الغذائية.

جودة البروتين protein quality

يحتاج الأمر إلى تسخين فول الصويا للإستفادة منه ويرجع ذلك جزئياً إلى الإحتياج إلى تثبيط مثبطات البروتياز وأغذية الصويا المعاملة جيداً بالحرارة مثل التوفو ومعزولات بروتين الصويا هى أكثر من ٩٠٪ مهضومة تقريباً مثل اللحوم والبيض وبروتين اللبن ودقيق الصويا ٨٠٪ مهضوم بينما فول الصويا الكامل المحمص والمعامل بالبخار هو ٦٥٪ مهضوم فقط. والأحماض الأمينية المحتوية على

الكبريت مُحِدَة (الميثيونين والسستئين) وإستخدام ٠,٨ - ١,١ جم/كجم من وزن الجسم/اليوم يكفى لتحقيق توازن النتروجين.

مضادات المغذيات فى فول الصويا
antinutrients in soya beans

يوجد ٥ مثبطات بروتياز فى فول الصويا ومثبطات البروتياز فى الصويا بجانب تثبيط التربسين والكيموتربسين قد تؤثر عكسياً على البروتين بزيادة فقد الأحماض الأمينية المتسبب عن زيادة إفراز إنزيمات البنكرياس. وفى إستجابة لكل من الصويا الخام ومثبطات البروتياز المعزولة فإن مستويات الكولسيستوكينين cholecystokinin (ك.س.ك CCK) تزداد وهذا يعتقد أنه ينشط إفراز إنزيم بنكرياتى. وفى كثير من الأنواع species فإن (ك.س.ك CCK) يُثَبط سالباً بالتربسين. والتنشيط البنكرياتى المزمن يعتقد أنه يؤدى إلى أمراض وقد يكون منها السرطان.

وفى الإنسان تغذية فول الصويا الخام ومعزولات مثبطات البروتياز ينشط كلاً من مستويات ك.س.ك CCK والإفراز البنكرياتى. وإن كان معنى ذلك غير مفهوم تماماً. ومعظم نشاط مثبط البروتياز (٩٠٪ أو أكثر) يهدم بالحرارة وعلى ذلك فمستوياته منخفضة فى أغذية الصويا التجارية.

واللكتينات (المُلَزِزَات haemagglutinins) هى بروتينات توجد فى الصويا (١-٣٪ من البروتين الكلى) وفى معظم البقول الأخرى التى تربط الكربوايدرات وفى الزجاج *in vitro* هذا الفعل يتضح بتلزز خلايا الدم الحمراء المتسبب عن ربط البروتينات الكربوايدراتية السطحية وهى لاتبدو فى فول الصويا سامة بالنسبة للفئران وهى تهدم بالحرارة فلاتوجد بدرجات كبيرة فى الصويا التجارية.

والصابونينات هى ثالث تربينويدات triterpenoids توجد فى عدد من النباتات منها الصويا على عدة أشكال. وعندما غذيت الفراخ الصغيرة والفئران بثلاثة أمثال الكميات الموجودة فى دقيق الصويا (٠,٥٪) لم يلاحظ أى أثر مرضى.

والفيتات ثابتة للحرارة وهى مصدر جيد للفسفور فى النبات ومخزن رئيسى له. ومقدرة حمض الفيتيك على تثبيط إمتصاص المعادن ألقى ضوءاً من الشك على الإتاحة الحيوية للمعادن فى منتجات الصويا بالرغم من أن هناك مكونات أخرى تؤثر على الإمتصاص. وفى الإنسان إضافة حمض الفيتيك إلى تركيبات لبن البقر يخفض إمتصاص الخارصين الخارجى المُعَلَم بمقدار حوالى ٥٠٪ وينصح بإضافة الخارصين إلى تركيبات فول الصويا.

والفعل المولد للدراق gortrogenic للصويا لايظهر أنه ينتج من إنخفاض محتوى اليود فى فول الصويا كما أنه لايمنع بفعل الحرارة. وهذه المواد لم يتم تحديدها ولكن قد يؤثر فول الصويا على وظيفة الغدة الدرقية فى الإنسان.

بروتين الصويا والكوليسترول
soya protein & cholesterol

فى الأرانب بروتينات النبات عموماً تُخَفِض من مستويات كوليسترول السيرم بالنسبة للبروتينات الحيوانية وهذه العلاقة صحيحة بالنسبة للإنسان. وقد خفض إستبدال بروتين الحيوان ببروتين فول

الصويا من كوليسترول السيرم أو البلازما في الأشخاص المصابين بعلو الكوليسترول (٢٥ من ٢٨ دراسة) ويرجع الخفض في الكوليسترول الكلي أساساً من خفض كوليسترول ل.خ.ك LDL. و ٥٠٪ من الدراسات - والتي إستمرت من ٢١-١١٢ يوماً - أظهر خفضاً مقداره ١٥٪ أو أكثر. ومع الأشخاص ذوى المستويات العادية من الكوليسترول فإن بروتينات الصويا لها تأثير صغير. ولايبدو أن الأمر يحتاج إلى إستبدال كل البروتين الحيواني ببروتين الصويا فإضافة بروتين الصويا إلى غذاء مختلط يعطي نتائج مفيدة على مستويات الكوليسترول.

منتجات الصويا ومنع السرطان

soya products & cancer prevention

الغذاء المحتوى على ٥٪ فول صويا (وزن/وزن) خفض ٥٠٪ من الأورام المُحثّة كيماوياً في الفئران. وقد وجدت عدة مواد مضادة للسرطان في فول الصويا: مشابهات الفلافونات ومثبطات البروتياز والفيتات والسابونينات والستيرولات النباتية. ومثبطات البروتياز ثبطت خلايا السرطان في المزرعة وفي نماذج الحيوان. وتدل الدراسات على الإنسان أن إستهلاك الصويا له تأثير هام خاصة سرطان القناة المعدية المعوية.

ومن مشابهات الفلافونات في الصويا الجينيستين genistein وقد وجد أنه مثبط قوى للكتينات بروتين التيروسين وهو يثبط أيضاً حمض الدى أكسى ريبونيوكليك (د.ا.ر.ن DNA) التوبو أيزوميرازات topoisomerases ١، ٢. وهذه الإنزيمات يعتقد أنها تلعب دوراً حرجاً في تنظيم الخلية والجينيستين genistein وجد أنه في المزرعة ينتج مفاضلة differentiation ويثبط نمو خلايا السرطان. (Macrae)

الأسماء: بالفرنسية soja/soya، وبالألمانية Soyabohne، وبالإيطالية soia، وبالأسبانية soja. (Stobart)

جُبَنْ الصويا soya cheeses

جُبَنْ فول الصويا تنتج من لبن فول الصويا المصنوع من فول صويا كامل. وتكوين فول الصويا ليس كتكوين اللبن وتبعاً لذلك فإن الكائنات الدقيقة المستخدمة في عمل جبن فول الصويا تختلف عن تلك المستخدمة في عمل جبن الألبان العادية. فمثلاً لايوجد لاكتوز في لبن فول الصويا حتى يمكن أن تستخدمه الكائنات الدقيقة المستخدمة مع الألبان العادية. وجبن فول الصويا يأخذ أشكالاً عدة فمثلاً شكل شبه صلب وطرى مثل الزبادى إلى جبن صلبة مغطاه بنمو كائنات دقيقة من بكتيريا وعفن. والكائنات الدقيقة المخمرة قد تكون مزارع نقية أو مزارع مختلطة من ٢ أو أكثر من الكائنات الدقيقة. وجبن فول الصويا عالية في البروتين وهو يأتي من فول الصويا وعادة ولكن ليس دائماً عالية في الرطوبة وقد يأخذ التخمر عدة ساعات إلى أشهر. وقد صنعت جبن فول الصويا مع منتجات متخمرة غير جبنية جزئياً لهدم النكهات غير المرغوبة والعوامل المضادة للتغذية الموجودة في فول الصويا ولذا فقد فَقَدَ المنتج الجبني معظم - أن لم يكن كل - النكهة البقلية الأصلية initial beany flavor والتي إعترض عليها الإنسان والحيوان.

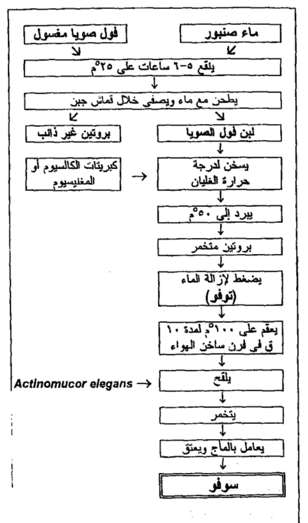
• سوفو (الجبن الصينى)
sufu (Chinese cheese)
سوفو له عدة أسماء منها: توسوفو و فوسو و فورو و توفوجو و توفورو و تورو و توفورو و فوجو و فويو و فشاو و تاهورى و فويو وهى تسمى فى الغرب كيكة البقل bean cake. أما كلمة سوفو فمعناها لبن معفن molded milk ويصنع منتج جبن من التوفو tofu هو توفويو tofuyo والذى يستخدم الفطر من جنس *Monascus*.

والسوفو (الجبن الصينى) طرى ولونه أبيض إلى رمادى فاتح على هيئة مكعبات مغطاه بألياف من عفن أبيض (غزل فطرى mycelium) مثل جبن الكاممبرت camembert. ولكن مكعبات السوفو تحفظ فى مأج وتباع فى الغرب فى برطمانات زجاج. وكثيراً ماتضاف المضافات لإعطاء لون أو نكهة. واللون الأحمر كثير. وعند إضافة النبيد فإن السوفو يكون له رائحة كحولية ويعرف بإسم تسوى فانج tsui-fang أو تسوى فان tsue-fan والذى يترجم إلى سوفو سكران drunken sufu وقد يضاف فلفل ساخن (حراق) للمأج. وسوفو الورد rose sufu يصنع بإضافة عطر الورد ثم التعتيق. والسوفو يحتوى ٥٥٪ بروتين و ٣٠٪ دهن على أساس الوزن الجاف. ونواتج حلمأة البروتين والدهن تعطى المكونات الأساسية الخاصة بنكهة السوفو الخفيفة.

والجبن الصينى له قوام مثل الجبن طرى وكريمى ومذاق مالح وله نكهته الخاصة وعبيره الخاص ويقال أنه يشبه الأنشوجة وهو إما يستهلك مباشرة أو يطبخ مع اللحوم والخضر ويمكن إستخدامه كمادة بسط مع البسكويت المالح أو كمكون فى سلطة الغمس أو صلصة السلطة.

تحضير الخثرة preparation of curd

فى المعمل (الصورة ١) فإن مكعبات التوفو توضع على قضبان من زجاج أو ألومنيوم ثم يتبع ذلك تلقيح المكعبات بالحك الخفيف لسطح المكعبات مع جراثيم فطر نامى على ورق ترشيح مغموس أصلاً فى محلول مزرعة تغذية.



صورة (١): خطوات عمل السوفو والتوفو. يجب عمل التوفو أولا ثم يخمر إلى سوفو.

وتقليدياً يغطى التوفو بقش الأرز الذى يوفر ملقح العفن الطبيعى. ويجرى التخمر فى صوانى كبيرة من البامبو وترص الصوانى ٢ أو أكثر فوق بعضها وتترك على ١٢ - ٢٠°م وبعد ٣ - ٤ أيام تكون المكعبات مغطاه بالغزل الفطرى الأبيض وتزال من الصوانى وتملح. والفطر دائماً منتج للمرغ mucoraceous fungi وينتمى للجنس Rhizopus أو Mucor أو *Actinomucor*.

وفى الطرق الحديثة تسخن مكعبات التوفو فى فرن على ١٠٠°م لمدة ١٠ - ١٥ق ثم توضع فى صوانى مخرمة ويلقح سطح المكعبات بمزرعة العفن وتترك لتتخمر لمدة ٣-٧ أيام على ١٢ - ٢٠°م. وتوضع المكعبات المتخمرة (بهتزا pehtze) فى برطمان طفل مع طبقات متبادلة من الملح والبهتزا وبعد ٣-٤ أيام يكون الملح قد أمتص فتزال البهتزا وتغسل وتوضع فى برطمان آخر للمعاملة.

المعاملة والتعتيق processing & ageing

برطمانات التعتيق هى عادة من الطفل وسعتها ٨٠ لتراً ويضاف مخلوط من عوامل التتكيه. فمثلاً مخلوط من عوامل تتكية يحتوى تقريباً ١كجم ملح و ٠,٠٥ كجم جريش فول الصويا و ٢٥٠ جم من كوجى koji أحمر و ٢٥٠ جم من سكر خام و ٣ لتر ماء. وفى الطريقة الكحولية تغمس البهتزا فى محلول كحولى ملحى يحتوى ١٢٪ كلوريد صوديوم و١٠٪ إيثانول يضاف عادة كنبيذ الأرز أو ليكير مقطر ثم تضاف البهتزا ثم طبقة من عوامل التتكيه وهذا يكرر حتى يمتلىء البرطمان بمقدار ٨٠٪ ثم يضاف ٢٠٪ ماء ملح ثم تقفل البرطمانات وتترك لمدة ٣ - ٦ أشهر وفى نهاية هذه المدة تزال المكعبات وتغسل وتكون معدة للأكل.

الكائنات الحية الدقيقة microorganisms

فى تخمر التوفو tofu لعمل السوفو sufu يستخدم فقط الفطر وهذا يجب أن يكون له خواص مميزة فيجب أن يكون له جراثيم بيضاء وغزل فطرى mycelium وينمو بشدة على التوفو tofu على ٢٠°م أو أقل بدون إضافة مغذيات. والعفن يجب أن يكون حصيرة غزل فطرى سميكة وكثيفة dense على كل سطح التوفو. ويجب أن تستخدم الدهون كمصدر للطاقة وتنتج كميات من الليبازات والإنزيمات البروتيولوتية proteolytic ويجب ألا يكون هناك نكهات أو ألوان غير مرغوبة ويجب ألا تنتج زعافاً فطرياً mycotoxin وأكثر الفطر المستخدم *Actinomucor elegans* وهو متوسط مابين أنواع *Rhizopus* و*Mucor* فهو ينتج مايشبه الجذر rhizoids مثل *Rhizopus* spp. ولكنه لاينتج نتوءات apophysis. كما وجد أن قش الأرز يحتوى على *Mucor hiemalis* و *M. dispersus* و *M. silvaticus* و *M. subtilissimus* وأثناء عملية التعتيق فإن العفن يقتل.

التكوين composition

على أساس الوزن الجاف فإن التوفو الصلب المستخدم فى عمل السوفو يحتوى على ٥٥٪ بروتين و٣٠٪ دهن (الجدول ١). والتغير فى

مركبات النتروجين بعد ٣ - ٦ أشهر من التعتيق تظهر في الجدول (٢).

جدول (١): النسبة المئوية لمكونات التوفو والبهتزا والسوفو.

المكون	توفو	بهتزا	سوفو
الرطوبة	٧٢,١١	٦٦,١٣	٦١,٩٤
بروتين	١٦,١٤	٢١.٢١	١٨,٦٠
دهن	١٠,٤٦	١٠,٤٨	٩,٥٢
ألياف	٠,٣١	٠,٨٢	١,٠٠
رماد	٠,٩٨	١,٣٦	٨,٥٨

جدول (٢): التغيرات (٪) في مركبات النتروجين بعد ٣ - ٦ أشهر تعتيق.

المركب النتروجيني	توفو	توفو بعد التعتيق
نتروجين بروتيني	٩٩,١٢	٧٩,٥٨
نتروجين غير بروتيني	٠,٨٨	١٦,٥٤
نتروجين الفورمول	١,٣٧	١٧,٨٢
نتروجين الأمونيا	٠,٠٤	٠,٧٦

والجدول (٣) يعطي تكوين أنواع مختلفة من السوفو sufu.

جدول (٣): النسب المئوية لتكوين أنواع من السوفو.

المكون	تساو سوفو tsao	سوفو أحمر red	كوانتونج سوفو kavantung	يونان سوفو yunnan	سوفو الورد rose
محتوى الماء	٦٩,٠٣	٦١,٢٥	٧٤,٤٦	٦٤,٧٧	٥٩,٩٩
بروتين خام	١٢,٨٧	١٤,٨٩	١٢,٤٢	١٢,١٦	١٦,٧٢
مستخلص إيثيري	١٢,٨٩	١٤,٣١	٦,٣٩	١٤,٢٣	١٣,٧٤
ألياف خام	٠,١٣	٠,٤٢	٠,١١	٠,٢٧	٠,١٤
رماد	٥,٠٨	٩,١٣	٦,٦١	٨,٥٦	٩,٤١
نتروجين كلي	٢,٠٦	٢,٣٨	١,٩٩	١,٩٤	٢,٦٨
نتروجين بروتيني	١,٣٠	١,٥٦	١,٢٧	١,٣١	١,٨١
نتروجين غير بروتيني	٠,٧٦	٠,٨٣	٠,٧٢	٠,٦٤	٠,٨٦
نتروجين أمونيا	٠,٢٠	٠,١٦	٠,١٨	٠,١٨	٠,١٨
نتروجين أحماض أمينية	٠,٢٧	٠,٢٧	٠,٢٤	٠,١٩	٠,٣١

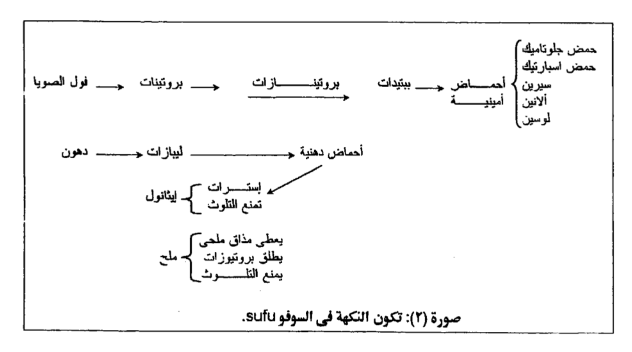
بروتين فول الصويا يهضم بالبروتيوزات المنتجة من العفن إلى ببتيدات وأحماض أمينيـة. والأحماض الأمينية الحرة تشمل حمض الأسبارتيك وحمض الجلوتاميك والسيرين والألانين واللوسين.

وعندما نمى *M. hiemalis* – الذى عزل من السوفو sofu – على وسط فول صويا ظهر قليل من البروتيناز فى مرشح المزرعة فالجزء الأكبر كان مرتبطاً بسطح خلية الفطر ولكن عندما أضيف كلوريد الصوديوم فإن البروتيناز المرتبط أطلق من جدار خلية الفطر. والبروتيناز له $جـ_{يد}$ أمثل عند ٣,٠ – ٣,٥ وأقصى إطلاق للإنزيم كان فى المأج عند تركيز ٠,٣ جزيئى. والبروتيناز لايوجد فقط خارج الخلية بل يوجد أيضاً داخلها والأملاح المتأينة تطلق الإنزيم وعندما يطلق الإنزيم فى المأج فإنه يتخلل مكعب التوفو ويعمل على البروتين. وكمية معينة من الإنزيم يجب أن تكون موجودة على جدار الخلية لأن الإزالة المستمرة للإنزيم من على سطح الخلية بواسطة الملح يمكنها أن تجعل العفن ينتج أكثر من إنزيم البروتيناز ولذا فيجب وجود الملح فى المحلول.

وأنزيمات البروتيناز المنتجة بواسطة الفطر المنتج للمرغ mucoraceous يعمل على بروتين فول الصويا ليكون ببتيدات وأحماض أمينية. والأحماض الأمينية الحرة مثل حمض الأسبارتيك وحمض الجلوتاميك والسيرين والألانين واللوسين والأيزولوسين تتكون ومعظم هضم الإنزيمات يحدث فى الأيام العشر الأولى من التعتيق.

وتهضم دهون الصويا إلى أحماض دهنية حرة وهذه تتفاعل مع الكحول فى المأج لتكون أسترات تعطى الرائحة اللطيفة.

وعملية التمليح بالمأج ضرورية لأنها تطلق الإنزيمات وتضيف نكهة من الملح والإيثانول والأسترات. والمأج يقتل فى نفس الوقت العفن ويمنع التلوث بالكائنات الدقيقة. والنكهات التى تنتج فى السوفو تحدث كما فى الصورة (٢).



صورة (٢): تكون النكهة فى السوفو sufu.

والبروتيناز والليباز والفوسفاتازات لأنواع مختلفة من مزارع *Mucor* النامية فى ٥ أيام على ٢٥°م توجد فى الجدول (٤).

الإستخدام المطبخى والمحافظة

culinary uses & preservation

يستخدم *A. elegans* كما يتضح من الجدول (٤) حيث أنه ينتج من الإنزيمات المرغوبة أكثر من أى نوع آخر. ويستخدم السوفو إما كجزء رئيسى من الوجبة أو كعامل تنكيه. وعمر الرف للسوفو يقصر بسبب النمو البكتيرى. والدراسات لخفض الفساد شملت تغطية البهتزا pehtze بالبارافين مما يسمح بزيادة وقت الإحتفاظ إلى شهر واحد على درجة حرارة الغرفة. وطريقة أخرى ثم تجربتها هى التعقيم البخارى للسوفو فى أوعية وهذا زاد من وقت الإحتفاظ إلى سنة. ومشكلة أخرى لبعض الناس هى الكحول والملح فى المأج فمن الممكن خفض مستوى الملح بشرط أن نمو الكائنات الدقيقة يمكن ضبطه والتبريد على ٥°م يسمح بالإحتفاظ بالسوفو sufu حتى أربعة أشهر.

• **توفو tofu**

توفو غذاء من فول الصويا يصنع من فول الصويا بدون خطوة تخمر. وفول الصويا غنى فى الزيت والبروتين ولايسهل هضمه بعد الطبخ أو التحميص أو الطحن والطريقة الشرقية هى أن يصنع التوفو tofu من لبن فول الصويا أو تنبت البقول أو يخمر فول الصويا لعمل شويو shoyu (صلصة صويا soy sauce) أو ميزو miso أو ناتو natto. وكل هذه العمليات تعمل منتجات ليس لها نكهة بقلية beany وسهلة الهضم إما لأن جدر الخلايا الصلبة قد أزيلت أو أن الكائنات الحية الدقيقة أنتجت إنزيمات غيرت من مكونات فول الصويا. ويسمى التوفو خثرة فول الصويا فى الغرب ولكن فى الشرق فإنها تسمى توفو أو تاكو أو توهو أو توفو أو دوفو أو دان-فو. ولأن التوفو tofu عديم المذاق فإنه يمكن تنكيهه بمكونات أخرى لإعطاء مختلف الأغذية بمذاقات مختلفة.

جدول (٤): نشاط البروتيناز والليباز وفوسفاتاز فى مزارع *Mucor*.

الفطر	البروتيناز		الليباز		نشاط الفوسفاتاز	
	قطر المنطقة (مم)	التركيز (مجم/١٠٠مل)	قطر المنطقة (مم)	التركيز (مجم أ/١٠٠مل)	حمض	قلوى
Actinomucor elegans	١٨,٣	٦٣,٦٦	١٧,٥	٢٧١	–	++
Mucor pusillus	١٧,٥	٤٤,٠٤	١٩,٠	٤٠٢	++	+++
M. circinelloides	١١,٦	٣,٣٤	١٨,٤	٣٤٦	+	–
M. hiemalis	١٥,٣	٧,١٣	١٧,٠	٢٣١	+	++
M. javanicus	١٢,٨	٥,٥٤	١٩,١	٤١١	–	–

+++: قوى ، ++: قريب من قوى ، +: ضعيف ، –: لايوجد.   أ: فى المرجع ml.

والتوفو tofu الطازج يباع كخثرة بيضاء طرية في الماء مع تلازج متجانس مثل الجبن القريش. ولايملح بكلوريد الصوديوم ولذا فهو عرضة للفساد السريع. والتوفو من نوعين واحد منهما طرى مع محتوى ماء عالٍ والآخر أكثر صلابة مع ماء أقل. والتوفو الأصلب هو النوع المستخدم في التخمر. والتوفو الطازج له تكوين تقريبي ٦٪ بروتين و ٣,٥٪ دهن و ١,٩٪ كربوايدرات و ٠,٦٪ رماد و ٨٨٪ ماء.

عملية إنتاج التوفو

process for making tofu

يغسل فول الصويا وينقع طول الليل في ماء على درجة حرارة الحجرة أو حتى تنتفخ الحبوب وأحسن وقت للنقع ١٦ – ١٨ ساعة على ٢٠ –٢٢°م. ويرمى ماء النقع ويضاف ماء جديد في نسبة ماء : فول ١٠ : ١. ثم يطحن الفول إلى درجة ناعمة. والطريقة الأخرى هي الطحن الساخن فينقع فول الصويا ويطحن ساخناً وهذا ينتج لبناً أقل في نكهة البقول beany وهي الطريقة المفضلة للأشخاص غير الشرقيين وهذا يتبعه ترشيح الهريس خلال قماش جبن مزدوج. ومن ٣٠٠جم من الفول الجاف ينتج ٢,٣ – ٢,٥ لتر من مترشح لبني يسمى لبن فول الصويا.

فيسخن اللبن للغليان بدون ضغط ويبرد إلى ٨٠°م فيضاف ٤,٥جم من كبريتات المغنيسيوم غير المائية في ٤٠ مل ماء أو ٧,٥جم كبريتات كالسيوم مائية في ٤٠ مل ماء إلى اللبن ببطء جداً مع التقليب الرقيق. والتقليب الأشد يعطى خثرة صلبة مع جيوب هوائية وهذا يعمل لمنع تكسر الخثرة والتي تترسب تاركة شرش رائق.

وأهم خطوة حرجة في عمل السوفو هي إستخدام الكمية المناسبة من الملح وإضافتها بمعدل مناسب. ونوع الملح المضاف يحدد جودة المنتج فكبريتات الكالسيوم تكون الخثرة ببطء والخثرة تكون ناعمة وجيلاتينية ولها محتوى مائي أعلا. وكبريتات المغنيسيوم أعطى الخثرة في الحال وهذه الخثرة أخشن في القوام.

والخثرة الآن تشبه الجبن القريش ويسمح لها بالترسب وعندما تنخفض درجة الحرارة تحت ٥٠°م فإن الخثرة تغرف إلى صندوق خشبي مبطن بقماش جبن مزدوج أو قماش ترشيح خشن. والصندوق الخشبي له خروم صغيرة جانبية لتصفية الماء ويوضع ثقل مناسب على الخثرة لضغط الماء خارجها وعندما تتم التصفية تقريباً فإن الصندوق يوضع في تنك من المياه ثم يُقلَب لإزالة الخثرة. وتبقى الخثرة في الماء لمدة ساعة ومن ١,٨ كجم من الفول يستطيع المرء أن يتوقع ٢,٣٣ – ٣,١١ كجم توفو tofu وتجارياً فالكيكية هي ضعف هذا الحجم. وصلابة hardness التوفو يمكن أن تحدد بالضغط على الخثرة. والكيكة يمكن تقطيعها إلى أشكال وأحجام مختلفة للبيع.

أصناف فول الصويا وتكوين التوفو

soya bean varieties & tofu composition

فول الصويا لعمل التوفو يجب أن يكون خالياً من الشقوق ومن المواد الغريبة ومتساو في الحجم ومتجانس في إمتصاص الماء وأن يكون بروتينه عالي الذوبان. والناتج النهائي يجب أن يكون خفيف اللون وذو قوام جيد.

ويعطى الجدول (٥) متوسط تكوين أنواع من ثلاثة أصناف من فول الصويا. ويوجد ٥٢٪ من المواد الصلبة و٧١٪ من البروتين و ٨٢٪ من الزيت من الصويا فى التوفو وماء النقع والشرش كان به ١٤٪ مواد صلبة و٤,٧٪ بروتين والمتبقى كان به ٣٠٪ مواد صلبة و ٢٠٪ بروتين و١١٪ زيت.

جدول (٥): متوسط تكوين الأحماض الأمينية الأيضية (جم/١٦جم نتروجين) لأنواع من ثلاثة أصناف من فول الصويا.

الحمض الأمينى	فول الصويا	ماء النقع	متبقى	لبن فول الصويا	التوفو	الشرش
حمض اسبارتيك	١٢,٦١	١٤,٩٤	١١,٦٣	١١,٩١	١١,٧٠	١٢,٤٨
ثريونين	٤,١١	٤,٥٣	٤,٤٢	٤,٠١	٤,٠٠	٤,٥٢
سيرين	٥,٧٤	٥,١٣	٥,٤٧	٥,١٩	٥,٣٢	٤,١٥
حمض جلوتاميك	١٩,٧٦	١٧,٦٨	١٧,٧١	١٩,٦١	١٩,٦٢	٢٣,٦٢
برولين	٥,٥٣	٥,٢٨	٥,٦٦	٥,٣٣	٥,٤٧	٤,١٤
جليسين	٤,٤٦	٤,٧٣	٤,٦١	٤,١٦	٤,١٤	٤.٨٧
ألانين	٤,٤٩	٤,٦١	٤,٣٦	٤,١٤	٤,١١	٤,٤٢
فالين	٣,٧٣	٤,٩٢	٥,٢٨	٤,٨٨	٤,٩٩	٢,٦٥
سستين	٠,٧٨	٠,٨٧	آثار	٠,٠٣	آثار	٢,٤٠
ميثيونين	١,٣٤	١,٧٢	١,٦٧	١,٥٩	١,٤٣	٢,٦١
ايزولوسين	٣,٤٦	٤,٦٩	٤,٥٠	٤,٦٦	٤,٨٥	٢,٩٢
لوسين	٧,٩٠	٦,٩٠	٨,٣١	٧,٩٤	٨,٣٢	٣,٨٩
تيروسين	٣,٩٠	٤,١٣	٣,٧٤	٣,٩١	٣,٩٩	٣,٣٩
فينيل ألانين	٤,٨٥	٤,٥٩	٥,٢٠	٥,١٥	٥,٤١	٢,٥٢
ليسين	٦,١٩	٤,٤٥	٦,٣٦	٦,٠٨	٦,١٤	٨,٥٦
هستيدين	٢,٦٠	٢,٣٥	٣,٠٧	٢,٦٤	٢,٦٤	٣,٢١
أرجينين	٨,٦٤	٧,٢٧	٨,٦١	٨,٦٥	٨,٥٢	٩,٦٩

ويعطى الجدول (٦) تكوين ١٠٠ جم من التوفو والتوفو ليس به كوليسترول أو لاكتوز وبه كميات منخفضة من الأحماض الدهنية المشبعة ولون التوفو يتأثر بصنف فول الصويا المستخدم والأصناف التى بها القشرة والسرة غامقتان تنتج توفو بألوان أغمق وتكون الرغبة فيها أقل.

جدول (٦): تكوين ١٠٠ جم توفو.

الماء	٪٨٤,٨	صوديوم	٧,٠ مجم
الألياف	٠,١جم	بوتاسيوم	٤٢,٠ مجم
الكالسيوم	١٢٨,٠ مجم	ثيامين	٠,٠٦ مجم
فوسفور	١٢٦,٠ مجم	ريبوفلافين	٠,٠٣ مجم
حديد	١,٩ مجم	نياسين	٠,١ مجم

أمان الكائنات الدقيقة فى التوفو
microbial safety of tofu

توفو ولبن فول الصويا غنيان فى البروتين ولهما جـ‌ـهد ٦,٠ ÷ ٦,٥ وعلى ذلك فهما مادة تفاعل جيد لنمو البكتيريا ولذا يستهلكان فى نفس يوم عملهما فى الشرق. أما فى الغرب فالتدهور بفعل الكائنات الدقيقة مشكلة كبرى لأن التوفو يوجد فى الماء فى المحلات لعدة أيام وأمكن التغلب على هذه المشكلة جزئياً بإستخدام توفو معبأ فى كراتين ومبستر. وعدد البكتريا الملوثة للتوفو يمكن أن يُخَفَضْ لإزالة أكبر عدد من البكتيريا قبل النقع.

وقد دُرسَ تلويث الكائنات الدقيقة فحُضِر التوفو ولقح بالبكتريا المسببة لتسمم الأغذية وتُرِك لمدد مختلفة على درجات حرارة مختلفة. والـ *Clostridium botulinum* أنتجت زعافاً فى ١-٣ أسابيع عندما خزنت على ١٥ و٢٥°م ولكن ليس إذا خُزِن التوفو لمدة ستة أسابيع على ٥ و١٠ °م. أما الـ .*Staphylococcus* spp والسالمونيلا .*Salmonella* spp فنمت على ١٠ و١٥ و٢٥°م ووجد الزعاف المعوى فى عينات عمرها ٥ أيام على ٢٥°م. والـ *Yersinia enterocolitica* نمت على ٥°م وهذه البكتيريا سببت وباء نتيجة لإستخدام ماء ملوث بيع فيه التوفو ولذا فإن مستوى عال من التصحاح يجب أن يستخدم. وأن تتم بسترة التوفو فى وقت التعبئة وأن يبرد التوفو. وفى السنوات الأخيرة بيع التوفو فى كرتونات عقمت تماماً وقفلت عند الإنتاج وبذا أمكن حفظها لعدة أشهر.

التميؤ hydration

ولو أن عمل التوفو عملية بسيطة فإن التحويرات على مختلف الخطوات تغير من طبيعة الناتج بنسبة ١ : ٦,٥ لفول الصويا الجاف إلى الماء وتسبب نقصاً فى كمية البروتين والمواد الصلبة الكلية المستخلصة ونسبة أعلا من ١ : ١٠ من فول الصويا الجاف إلى الماء ينتج لبن فول الصويا للحصول على خثرة مناسبة. والمعاملة الحرارية ضرورية للحصول على مسخ البروتين لإعطاء خثرة ولتحسين القيمة الغذائية للناتج بإنقاص النكهة السيئة وهدم العوامل المضادة للتغذية الموجودة فى فول الصويا وأفضل وقت للغليان هو ١٠ - ١٥ ق لإعطاء أحسن هضمية وتكوين الأحماض الأمينية. والمعاملة الحرارية الشديدة تخفض من القيمة الغذائية للتوفو وتقلل من إستعادة المواد الصلبة الكلية وتنقص من إتاء الناتج وتؤثر على قوام التوفو.

وبسبب العوامل المضادة للتغذية فى فول الصويا فإن كل التحضيرات الشرقية تشمل نقع الفول ورمى ماء النقع والتخمر أو إنبات الفول. والتميؤ يتأثر بعدة عوامل منها درجة الحرارة والفول المجفف هوائياً يجرى له تميؤ ١٠٠٪ فى حوالى ٢,٥ ساعة على ٣٧°م ويصل إلى تميؤ كامل بعد ٦ ساعات.

وعلى ٢٠°م فإنه يحتاج إلى ١٦ ساعة للتميؤ الكامل (١٤٠٪) وتزداد كميات المواد الصلبة المُنَضَّة leached على ٣٧°م ومن بين المواد الصلبة المفقودة يكون البروتين ٧ – ١٦٪ ويزداد مع وقت النقع ودرجة الحرارة. وحوالى ٣٠ – ٥٠٪ من السكريات الصلبة بما فيها الفركتوز والسكروز والرافينوز والاستاكيوز تُزَال من فول الصويا على ٢٥°م لمدة ١٨ ساعة. والرافينوز والاستاكيوز يسببان إنتفاخ البطن. وكميات كل من مثبط التريبسين والملززات فى ماء النقع صغير نسبياً (٢٥٪ من الملززات). والعوامل الأخرى التى تؤثر على التميؤ تشمل محتوى الرطوبة الأصلى وزمن التخزين والحجم والصنف المستخدم.

ظروف التخثر coagulation conditions

تتأثر صلابة التوفو بدرجة حرارة التسخين للبن فول الصويا ونوعه وكمية المخثر ودرجة حرارة وكمية التقليب أثناء إضافة الخثرة. وكبريتات الكالسيوم تُفَضَّل كمُخَثِر لعمل توفو مع وزن "حجم" عالٍ ونسبة بروتين مرتفعة وقوام متماسك. وأحسن درجة حرارة لإضافة هذا الملح هى ٧٠°م مع معلق كالسيوم ١٠٪ من كل حجم للبن فول الصويا. ونوع المخثر يؤثر على الإتاء والقوام والوزن ومحتوى الرطوبة والمواد الصلبة الكلية وإستعادة النتروجين. وفيما عدا كبريتات الكالسيوم – وهذه لها ذوبان محدود – فإن الوزن الكلى gross weight والرطوبة وإستعادة المواد الصلبة الكلية تنقص كلما زاد تركيز الملح من ٠,٠١ إلى ٠,٠٢ مولار/جزيئى وتبقى كما هى تقريباً عند ٠,٠٢ – ٠,٠٤ جزيئى ولاتتكون خثرة عندما يزيد تركيز المخثر عن ٠.١ جزيئى أو أقل من ٠,٠٠٨ جزيئى.

ويتأثر قوام الخثرة بتركيز ونوع المخثر فعندما يزيد تركيز المخثر من ٠,٠١ إلى ٠,٠٢ جزيئى تزداد الخثرة فى الصلابة والقصافة brittleness وقوة التماسك والمطاطية. وكلوريد الكالسيوم وكلوريد المغنيسيوم يسببان أن الخثرة تكون أكثر صلابة وقَصِفَة brittle أكثر عن تلك المصنوعة بكبريتات الكالسيوم أو كبريتات المغنيسيوم. وكذلك درجة حرارة لبن فول الصويا عند التخثر والطريقة التى يخلط بها الملح فى اللبن يؤثران على إتاء وقوام التوفو وزيادة درجة الحرارة ينتج عنه نقص فى الوزن الكلى ومحتوى الرطوبة وعندما يزداد تقليب اللبن أثناء الخلط يكون هناك نقص فى حجم التوفو وزيادة فى الصلابة. وبإستخدام الظروف المناسبة يمكن إنتاج عدة أنواع من التوفو ويؤثر صنف فول الصويا فى تكوين ولون التوفو.

أنواع وإستخدام التوفو types & use of tofu

التوفو الطازج يباع ككيكة مبتلة لها لون أبيض كريمى وقوام متجانس وناعم ولطيف/عديم المذاق bland. ويستفاد من عدم المذاق بإستخدام التوفو مع أغذية أخرى وتنكيهه بأغذية عالية النكهة. وهو عالى التميؤ جيلاتينى والذى يمكنه أن يكون له خواص فيزيقية مختلفة تتوقف على كمية الماء وهو يمكن إستخدامه فى السلطات

والعُقْبَة والإفطار والغذاء وفى الشوربة كما يحمر فى الدهن.

وفى الشرق فإن التكوين ٨٣ – ٨٥٪ ماء و ٧,٥ – ١٠٪ بروتين و ٤ – ٤,٣ ٪ زيت ويمكن أن يكون له محتوى رطوبة حتى ٨٧ – ٩٠٪ وفى هذه الحالة يكون ناعماً وسهل الإنكسار. والتوفو الصلب محبوب فى الصين وقد يكون له محتوى رطوبة من ٥٠ – ٦٠٪ وهذا النوع من التوفو مضيغ وله قوام يشبه اللحم وله عبير خاص ومذاق وينكه بالسكر والشاى والتوابل أو الشويو. ويجفف سطح قطع التوفو على نار هادئة أما فى الغرب فيفضل الناس توفو يحتوى ٧٥ – ٨٠٪ ماء والذى له قوام متماسك مضيغ. ونوع آخر مختلف تماماً يصنع فيجفد التوفو حتى تصبح القطع جافة وصلبة وقبل أكل هذا النوع من التوفو يجب نقعه فى الماء فيعطى كتلة إسفنجية جَشِبَة وبعد النقع تأخذ تلازجاً مضيغاً لحمياً مماثلاً لقوام اللحم الطرى وهذا تصنعه الشركات الكبرى التى تمتلك التقنيات اللازمة.

المنتجات الأخرى لفول الصويا المشابهة للجبن
other soya bean cheese-like products

عدة محاولات تمت لإنتاج منتجات مشابهة للجبن بإستخدام لبن فول الصويا وبكتيريا اللاكتيك ولكنها لم تنجح لأن لبن فول الصويا لايحتوى اللاكتوز ولكن أمكن عمل زبادى من لبن فول الصويا. فبعض سلالات *Lactobacillus acidophilus* إستخدمت الرافينوز والاستاكيوز وبعضها يمكنه إستخدام السكروز وهذه السلالات خمرت لبن فول الصويا وأعطت نكهة جيدة. وبإستخدام تخمر المزارع المخلوطة أنتج الزبادى كما فى الصورة (٤). وهذه العملية لها عدة خطوات فريدة منها إستخدام مزرعتين واحدة لإضافة النكهة والأخرى لإنتاج الحمض وقد أضيفت كميات صغيرة من المواد الصلبة من الشرش وكذلك سكروز إلى لبن فول الصويا كما أضيف محلول جيلاتين وعامل نكهة والسكروز كان عمله تشجيع تكوين مذاق حلو–حمضى بينما الشرش أضيف لزيادة الحموضة ولزيادة تماسك الناتج أما الجيلاتين فعمله كان كمثبت.

(٥٠٠ مل) لبن فول صويا
١٠ جم جوامد الشرش
٢٥ جم سكروز
↓
تعامل بالبخار (١٠٠°م ، ٢٠ ق)

محلول جيلاتينى (٢٠%)
|
يعامل فى الأوتوكلاف
(١٢١°م ، ١٠ ق)
→ ١% ↓

تبـــرد بسرعة (٢٤ مل)
↓
تلقح ٥% مخلوط بادىء
Lactobacillus acidophilus B-1910 لتر واحد
+ *L. acidophilus* B-2092 لتر واحد
↓
تحضن (٣٧°م ، ٢٤ ساعة)
↓
زبادى فول الصويا

صورة (٤): إنتاج زبادى فول الصويا.
(Macrae)

لبن الصويا soya milk

فول الصويا يمكن أن ينمو في عدد من أنواع التربة وتحت ظروف جوية مختلفة والإنتاج من البروتين المأكلة من كل هكتار من أعلا البروتينات النباتية وهو ذو جودة غذائية عالية. ولذا فكر في لبن فول الصويا وهذا الناتج سيلعب دوراً هاماً في البلاد المصنعة والنامية للأسباب الآتية:

١- تكاليف منخفضة فيمكن إنتاجه بحوالي ٣/١ تكاليف إنتاج لبن البقر ووحدة يمكن أن تنتج ١٠ أمثال من لبن فول الصويا مثل ماتنتجه من اللبن العادي.

٢- خالٍ من اللاكتوز للأشخاص الحساسين للاكتوز اللبن.

٣- لايسبب الحساسية.

٤- إستخدام تقنيات بسيطة وبذا يوفر كثيراً خاصة للبلاد النامية التي تصرف نقودها على إستيراد الألبان.

٥- يصلح لغذاء النباتيين.

وهناك أربع طرق رئيسية لإنتاج لبن فول الصويا: ١- الطرق التقليدية. ٢- طريقة جريش الصويا منزوع الدهن. ٣- طريقة فول الصويا الكامل. ٤- طريقة البثق.

أسس إنتاج لبن الصويا
principles of soya milk production

يختلف الرأي في إزالة قشرة فول الصويا فالتقشير يتكلف ويأخذ وقتاً كما أن تشقيق فول الصويا أثناء التقشير ينتج عنه نشاط ليبوكسيداز lypoxydase أثناء النقع ولكن يعطي منتجاً أكثر بياضاً مع نكهة أحسن قليلاً وهضمية أحسن وأقل في بضع السكريات oligosaccharides والتي توجد في طبقة الكربوايدرات مابين القشرة والفلقات وبكتيريا أقل وبالتالي عمر رف أطول. كما تحسن من إتاء البروتين في الناتج وتُبقي مستوى الألياف الكلي في حدود عالية جداً. كما أن له لزوجة أقل كثيراً عن لبن الفول الكامل وبذا يشبه كثيراً قوام اللبن العادي ومع ذلك يمكن عمل لبن صويا دون تقشير.

ويتم نزع القشرة بطاحونة burs mill أو طاحونة حجر "محل" التوفو tofu-shop stone mill ويمكن تسخين الفول على ١٠٥ - ١١٠°م في فرن متحرك الهواء لمدة ١٠ق قبل نزع القشرة وتضبط المسافة مابين الإسطوانات/الأحجار بحيث أن الفول ينشق إلى نصفين بدون كسر كبير للفلقات. وتزال القشور بتمريرها على فاصل بالجاذبية أو ساقط والتقشير المبتل يجرى بنفس الطريقة مع عدم التسخين المبدئي وتفصل القشور في ماء جار.

ولبن الصويا يمكن صناعته من فول صويا جاف أو منقوع وفي التجارة ينقع الفول طول الليل حيث يقلل النقع الطاقة المحتاجة للطحن ويسبب أقل إستهلاك للأنصال أو الأحجار وينض بضع السكريات ويضمن تشتت أحسن وتعليق أحسن للمواد الصلبة أثناء الإستخلاص ويزيد الناتج وينقص زمن الطبخ.

وفول الصويا المنقوع يمكن أن يطحن مع ماء ساخن أو بارد وعند إستخدام الطحن الساخن (طحن الماء الذي يغلي) فإن قادوماً أو pin mill أو خلاط كبير وجد أنها تعطي أحسن النتائج ويخلط

الفول والماء الذى يغلى بنسبة ١ : ٣ بالحجم باستمرار والتقن slurry قد يذهب إلى تنك أو إلى حيث يطبخ.

ويسخن التقن slurry بهدف تثبيط ٨٠٪ على الأقل من مثبط التريبسين وتحسين النكهة على درجات حرارة ١٠٠°م على الأقل لمدة ١٤ق، أو ١١٠°م على الأقل لمدة ٥ ق، أو ١١٥°م على الأقل لمدة ثلاث دقائق أو ١٢٠°م لمدة دقيقتين على الأقل. ولبن الصويا يمكن أن يستخلص من التقن slurry قبل أو بعد الطبخ وهو ساخن أو بارد والتسخين يخفض لزوجة لبن الصويا وبذا يسهل الأستخلاص ويعطى إتاء أعلا من البروتين والمواد الصلبة. وبعد الإستخلاص فإن إزالة بضع السكريات من لبن فول الصويا لتجنب متاعب غازية فى أمعاء الإنسان يمكن أن تحدث بإستخدام تحضيرات إنزيمية. ومخلوط لبن الصويا والإنزيم تحضن لمدة ٣ ساعات على ٥٠°م ثم يغلى لمدة ١٠ ق لوقف التفاعل.

الطرق التقليدية traditional methods

تنقع بذور فول الصويا طول الليل وتطحن وتستخلص بالماء وبعد ضبط المواد الصلبة الكلية بإضافة الماء فإن المستخلص يغلى ويرشح خلال قماش جبن ويمكن أن يستخدم المنتج كهذا أو ينكه بشراب ويؤخذ كمشروب.

طريقة جريش الصويا منزوع الدهن
defatted soya meal method

المستخلص بالمذيب مرتين والذى نزع منه الدهن الذى يسبب نكهة البقول يعامل بدرجة حرارة منخفضة بدرجة كافية لتجنب جعل بروتين الصويا غير ذائب ثم يحلى بالسكر إلى مستوى ٢٪ ويضاف الدهن إلى حوالى ٢,٥٪ (ويستخدم زيت صويا مكرر أو أى زيت آخر) النكهة تصبح شبيهه جداً بلبن البقر (الصورة ١).

سخن الفول على ١٠٤°م لمدة ١٠ ق
⇩
إنزع قشر الفول
⇩
إفصل القشر عن الفلقات إما بالسفط أو التذرية
⇩
إطحن الفلقات إلى ٥٥٠ ميكرومتر تقريباً
⇩
أولاً: إستخلاص بالمذيب بـ ٩٥٪ إيثانول
⇩
ثانياً: إستخلاص بالهكسان أو مخلوط من هكسان وإيثانول.
واستمر فى الإستخلاص حتى يظهر المرشح رائقاً
⇩
جريش جاف منزوع الدهن على ٤٠-٤٥°م تحت فراغ
⇩
دقيق صويا منزوع الدهن
⇩
أضف ماء (١ : ١٠ دقيق صويا:ماء) واضبط جـيد إلى ٧,٢؛
قلب لمدة ١٠ ق ورشح خلال وسادة ترشيح لبن
⇩
إجمع المواد غير الذائبة وكرر الإستخلاص مضيفاً
نفس كمية الماء كما فى المرحلة السابقة
⇩
ضع مستخلصى لبن الصويا معاً وسخن حتى ٩٠°م
⇩
أضف ٢٪ سكر و ٢,٥٪ زيت صويا مكرر
(نكهة اللبن يمكن أن تضاف)
⇩
قلب وجنس
⇩
عبزج وعقم

صورة (١): إنتاج لبن الصويا منزوع الدهن.

طريقة فول الصويا الكامل
whole bean method

يحول كل فول الصويا إلى لبن الصويا بدون رمى أى من المواد الصلبة غير الذائبة فالفول منزوع القشرة يطحن ساخناً ويمرر خلال مجنس عالى الضغط مرتين لإنتاج لبن صويا ذى نكهة جيدة وتلازج ناعم ولضمان إستعادة عالية جداً للبروتينات والمواد الصلبة. ويصلح هذا اللبن خصوصاً لعمل الجيلاتى.

طريقة البثق extruder method

يصنع لبن الصويا من دقيق صويا مطبوخ ومنبثق بدون فصل لبن الصويا أو المواد الصلبة غير الذائبة (الصورة ٢ ثم الصورة ٣ تحسين عليها). فالمشروب فى الصورة (٢) قد حضر على نطاق تجارى فى المكسيك وتكوين مشتقات المشروب موجودة فى الجدول (١) مع مكونات لبن البقر.

ومسحوق المشروب (صورة ٣) يصلح لأن يكون أساساً لمشروبات تستخدم كمُمِدات extenders أو تحل محل مشروبات أساسها اللبن.

وعمر الرف للبن الصويا يعتمد على ظروف المعاملة ونوع التعبئة. والمنتج نفسه وسط مثالى للنمو البكتيرى حيث لايوجد به الأجسام المضادة الموجودة فى لبن البقر. والطبخ الجيد للتقن slurry ينتج عنه عمر رف مقبول بدون تعقيم. أما الإستخلاص التصحاحى sanitary والتخزين على درجات حرارة منخفضة (أقل من ٤ °م) فيضمن حياة معقولة للمنتج ولبن الصويا المحضر والمناول كما وصف أعلاه - بدون أى معاملة حرارية أخرى - له عمر رف حوالى ١٤ يوماً.

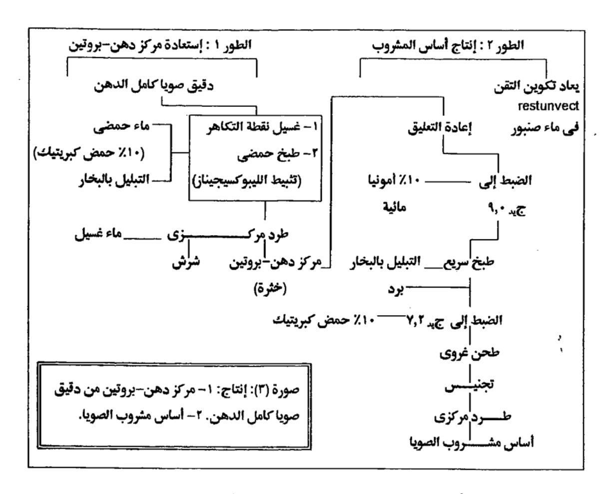
ويمكن بسترة لبن الصويا فى مثل نفس ظروف بسترة لبن البقر ولكن حيث أن لبن الصويا قد طبخ جيداً لتثبيط مثبطات التربسين فإنه يكون قد أخذ معاملة حرارية زائدة عن تلك المطلوبة فى البسترة. وتعقيم لبن الصويا يعطيه عمر رف فى المتوسط من ٤ - ٦ أشهر بدون تبريد.

(Macrae)

أنظر: أغذية متخمرة

الطور ١ : إنتاج دقيق الصويا
⇩
فول الصويا
⇩
التشقيق ونزع القشرة
⇩
تهيئة مبدئية بالحرارة الجافة
⇩
تهيئة الرطوبة tempering
⇩
الطبخ بالبثق
⇩
التجفيف والتبريد
⇩
الطحن
⇩
دقيق صويا كامل الدسم
⇩
الطور ٢ : إنتاج أساس المشروب
⇩
الخلط
(ماء + زيت فول صويا مهدرج + مستحلب)
⇩
الطحن الغروى
⇩
تجنيس
⇩
التجفيف بالرذاذ
⇩
خلط
(سكروز + ملح + نكهة + مخلوط معادن + مخلوط فيتامينات)
⇩
أساس مشروب الصويا

صورة (٣): عمليات إنتاج المشروب.



صورة (٣): إنتاج: ١- مركز دهن-بروتين من دقيق صويا كامل الدهن. ٢- أساس مشروب الصويا.

جدول (١): قيم مقارنة لأساس مشروب الصويا مع لبن البقر (القيم/١٠٠ جم).

المكـــــون		مشروب الصويا ١٠٪ تشتت	مشروب الصويا ١٢,٥٪ تشتت	لبن البقر الكامل	المكـــــون		مشروب الصويا ١٠٪ تشتت	مشروب الصويا ١٢,٥٪ تشتت	لبن البقر الكامل
ماء	٪	٩٠,٠	٨٧,٥	٨٧,٤	كالسيوم	مجم	٥٢,٠	٦٥,٠	١١٨,٠
مواد صلبة	٪	١٠,٠	١٢,٥	١٢,٦	فسفور	مجم	٥٣,٠	٦٦,٠	٩٣,٠
طاقة	كيلوسعر	٤٧,٠	٥٩,٠	٦٥,٠	حديد	مجم	١,١	١,٣	آثار
بروتين	جم	٣,٣	٤,١	٣,٥	صوديوم	مجم	٥٩,٠	٧٤,٠	٥٠,٠
دهن	جم	٣,٠	٣,٧	٣,٥	بوتاسيوم	مجم	١٢٣,٠	١٥٤,٠	١٤٤,٠
كربوايدرات	جم	٢,٤	٣,١	٤,٩	فيتامين أ	وحدة دولية[أ]	١٧٣,٠	٢١٧,٠	١٤٠,٠
ألياف خام	جم	٠,١٤	٠,٢	صفر	ثيامين	مجم	٠,١	٠,١٣	٠,٠٤
رماد	جم	٠,٦	٠,٨	٠,٧	ريبوفلافين	مجم	٠,٠٦	٠,٠٨	٠,١٧
					حمض نيكوتينيك	مجم	٠,٩	١,١	٠,١
					فيتامين د	وحدة دولية	٢,٠	٢,٥	٤,٤ ب

أ : وحدة دولية فيتامين أ = ٠,٦ ميكروجرام من الـβ-كاروتين.   ب : مقوى بفيتامين د (٤٤ وحدة دولية).

الفولات/ حمض الفوليك

folate/folic acid

حمض الفوليك يشير إلى أحماض التيراويل جلوتاميك pteroylglutamic ومشتقات بضع حمض الجلوتاميك oligoglutamic.

الخواص الفيزيقية physical properties

المادة الأب كاملة الأكسدة أو مجموعة الفولاسين، حمض تيراويل جلوتاميك أو حمض تيراويل أحادى الجلوتاميك pteroylglutamic acid or pteroylmonoglutamic (وزن الصيغة formula ٤٤١,٤) يتبلر من ماء ساخن كصحيفات صفراء-برتقالية. وهو لاينصهر ولكن يغمق ويتفحم على حوالى ٢٥٠°م. وهو يذوب بقلة جدا فى الماء البارد (١-١٠مجم/لتر) تزيد إلى ١٪ فى الماء المغلى وهو يذوب أكثر فى المحاليل المائية للقلوى وحمض الخليك والفينول والبيريدين وغيره من المذيبات العضوية. وبإذابته فى محلول بيكربونات الصوديوم أو بإستخدام الملح الصوديومى وهو ذائب فى الماء يحصل على محلول للحقن. ومعامل الخفض (خ) extinction coefficient (E) (١٪، ١ سم 1%, 1 cm) فى ٠,١ جزيئى قلوى هو ٥٦٥ على ٢٥٥ نانومتر، ٣٥٠ على ٢٨٢ نانومتر و١٩٥ على ٣٩٥ نانومتر (أقصى إمتصاص).

وال ٥-فورميل - ٥، ٦، ٧، ٨-رباعى أيدروتيراويل حمض الجلوتاميك (حمض الفولينيك) 5-formyl-5,6,7,8-tetrahydropteroyl-glutamic acid (folinic acid) (وزن الصيغة ٤٧٣,٤) يتكسر أيضا بدون ذوبان على ٢٥٠°م، وهو يكاد لايذوب فى الماء ولكنه أكثر ذوباناً فى المحاليل المائية القلوية وأقصى إمتصاص هو على ٢٨٢ نانومتر فى القلوى وهو أكثر ثباتاً على جيد متعادل أو قلوى خفيف عنه فى جيد حامضى. والمشتق ١٠-فورميل 10-formyl derivative أكثر عدم ثبات وأكثر حساسية للأكسجين.

وحمض رباعى أيدروفوليك tetrahydrofolic acid (وزن الصيغة ٤٤٣,٤) يتأكسد بسهولة جداً والشكل المجفف الصلب يجب أن يحفظ فى فراغ. ومحاليله فى ٠,٥٪ أسكوربات أو ١,٠ جزيئى مركابتوإيثانول هى متوسطة الثبات وله أقصى إمتصاص على ٢٩٨ نانومتر فى محلول متعادل.

وحمض ٥-ميثيل رباعى أيدروفوليك 5-methyl-tetrahydrofolic acid (وزن الصيغة ٤٥٩,٤) متوسط فى الثبات للأكسدة مابين حمض تيراويل جلوتاميك ورباعى أيدروفوليك. ويمكن الحصول عليه كمسحوق أبيض ولكن فى المحلول يتطلب الأسكوربات أو أى مادة مختزلة لتحقيق ثبات متوسط المدة. وأقصى إمتصاص على ٢٩٠ نانومتر وله معامل خفض جزيئى (ع) molar extinction coefficient (ε) ٣١,٧ × ١٠^٣ / جزيئى/ سم أو ٦٩٠ E (1%, 1 cm) على جيد متعادل.

الخواص الكيماوية chemical properties

الصيغة التركيبية لثلاث صور مما يقابله المرء من حمض الفوليك تظهر فى الصورة (١).

حلقة تيريدين — p-أمينوبنزويل — جلوتامات

حمض تيراويل جلوتاميك

حمض الفوليك

حمض ٥-فورميل رباعى ايدروفوليك (حمض فولينيك)

حمض ٥-ميثيل رباعى ايدروفوليك (قبل الفوليك أ)

الصورة (١): الصيغات التركيبية لأشكال حمض الفوليك التى تقابل عادة.

يوجد عدد من أشكال الفولات فى الغذاء ومصدر التغير هو ثلاث: ١- حالة الأكسدة لحلقة التيريدين pteridine ring. ٢- وجود ونـوع البديل وحيد الكربـون المحمـول. ٣- وجـود وطـول السلاسـل الجانبية لحمض عديد الجلوتامات.

ولأن أحادى الجلوتامات وعديد الجلوتامات قصيرة السلسلة هى أسـهل وجـوداً للإمتصـاص عـن عديـد الجلوتامات طويلة السلسلة أوجد إصطلاح "الفولات الحرة free folate" وهـى أحـادى الجلوتامـات وعديد الجلوتامات قصيرة السلسلة والتى هى أكثر

إستعداداً لتعزيز نمو كائن الإختبار *Lactobacillus rhamnosus* (سابقاً *L. casei*) ولكن هذا - من الوجهة العملية - أثبت أنه ليس صالح جداً لأن نسبة الفولات الحرة تختلف كثيراً بتاريخ عينة الغذاء وظروف التقدير (خاصة الإستخلاص الأصلي للفولات) ومع مدة التعرض للكائنات الدقيقة المستخدمة في التقدير. والجدول (١) يعطي محتوى الفولات في الغذاء. وفي الفولات في غذاء مختلط أكثر من ٩٠٪ عديد جلوتامات من أطوال سلاسل مختلفة، ٦٠٪ مميثلة methylated و ٣٠٪ بها مجموعة فورميل. والأغذية التي تحتوى على فيتامين ج بكميات كبيرة تميل أيضاً أن تكون غنية في الفولات للتأثير الحافظ لفيتامين ج أثناء التخزين والإعداد والطبخ.

وتضاف الفولات كحمض تيراويل جلوتاميك pteroylglutamic لأنه أرخص الأشكال وتركيبة الأطفال عادة تحتوى على فولات مضافة بكميات تتراوح مابين ٣ و ١٥ ميكروجرام لكل ١٠٠ مل مغذاة. ويحسن إضافة الفولات مع الأسكروبات لنقص الفولات خاصة في حالات الحمل المتأخرة.

الفسيولوجي physiology

من أجل أن تمتص بكفاءة فإن فولات عديد الجلوتامات في الأغذية تحتاج إلى أن تكسر إلى وحيد وثنائي وثلاثي الجلوتامات إما أثناء تحضير الغذاء أو في فرش الحد brush border اللفائفي وهو موقع الإمتصاص الرئيسي ومن الصعب إعطاء أرقام مضبوطة لفك الإقتران والإمتصاص حيث أنها تختلف كثيراً مع نوع الفولات ومع مكونات الغذاء الآخرى ومع عوامل فسيولوجية غير معروفة خاصة رقم pH في موقع الإمتصاص.

جدول (١): محتوى الفولات في الأغذية (ميكروجرام/ ١٠٠جم وزن رطب).

الغذاء	المحتوى	الغذاء	المحتوى
الحبوب والنقل			
أرز مغلي	٦	فول سوداني	١١٠
سباجيتي مغلية	٢	عين جمل	٧٠
دقيق قمح	٢٠-٦٠	جوز هند	٢٦
منتجات حبوب			
خبز	٢٠-٤٠	حبوب الإفطار	٧-١٠٠
بسكويت	٧-٤٠	فطائر	٨-١٣
كيك	٤-١٠	كسترد	٥
منتجات لبنية			
لبن	٦	جبن	١٠-٨٠
كريمة	٧-١٢	جيلاتي	٧-٩
زبد	آثار	بيض	٥٠
اللحم ومنتجات السمك			
لحم روست	٤	سجق	٢-٤
دجاج روست	٧-١٣	سمك وبيض (مغلى)	١٠-١٤
خنزير روست	٤	رنجة محمرة	١٠
كلوة روست	٤٠-٨٠	أصابع السمك	١٦
كبدة روست	١١٠		
الفاكهة			
برتقال	٤٠	كمثرى	١١
تمر الجنة	١٢	برقوق	٣
تفاح	٥	فراولة	٢٠
خضروات			
كرنب (مغلى)	٢٥-٣٥	سبانخ (مغلى)	١٤٠
قنبيط (مغلى)	٥٠	بطاطس (مغلى)	٧-١٠
كرنب بروكسل (مغلى)	٩٠	جزر (خام)	١٥
		بصل (مغلى)	٨
خس	٣٤	بسلة	٥٠-٨٠

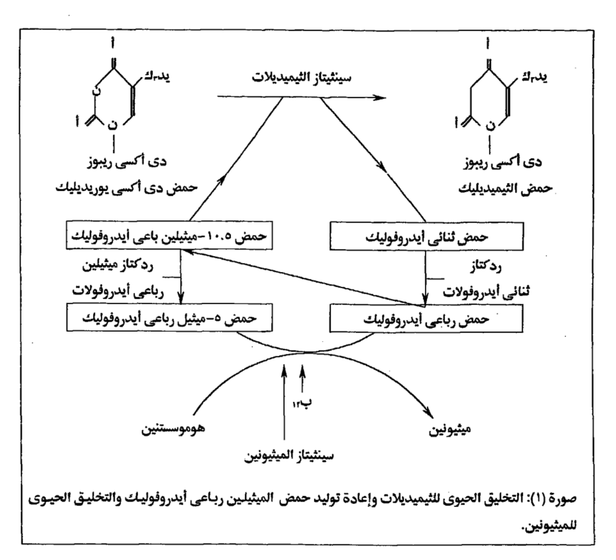
والإمتصاص الذى يحدث فى اللفائفى الأقرب هو ٧٠ - ٨٠٪ ينسب إلى النقل النشط ضد تدرج التركيز. وهذه العملية تتوقف على جيد والصوديوم والجلوكوز. وإنتقال الفولات إلى خلايا الأنسجة الأخرى هو أساساً بالإنتقال النشط active transport ويشتمل على حامل بروتينى. وتقدر التقديرات الحديثة أن ٧٥٪ من مخلوط معقد الفولات التى توجد فى الأغذية يمكن إمتصاصها وإستخدامها. ويمكن أن تنتج كميات صغيرة من الفولات من فلورة الأمعاء "فى المكان" ولكن فى الإنسان - كما هو فى الفئران - فإن هذا معروف بأنه مصدر صغير جداً للفولات الممتصة. وبالرغم عن أن أحادى الجلوتامات والسلاسل القصيرة لعديد الجلوتامات هى أكثر إستعداداً للإمتصاص عن السلاسل الطويلة لعديد الجلوتامات إلا أن الفرق بينهما صغير.

وبعد الإمتصاص تحمل فولات أحادى الجلوتامات فى بلازما باب الكبد portal plasma إلى الكبد لتعامل. والكبد هو مخزن رئيسى لقرائن إنزيم الفولات ومن هنا تحمل إلى أنسجة أخرى. ومجموع الفولات فى جسم شخصى يغذى جيداً هو ٢٠مجم. والكميات الممتصة الزائدة تفرز فى البول وتَحَوُل الفولات ينتج عنه منتجات هدم عديدة متخصصة مثل p-أمينوبنزويل جلوتامات وهو ينتهى أيضاً فى البول.

وفى معظم الأنسجة فإن الوظيفة السائدة لقرائن إنزيمات الفولات هو تخليق د.ا.ر.ن DNA مما يسمح بإنقسام الخلية والنمو وتجديد الأنسجة. والفولات لها وظائف أساسية عديدة فى تخليق البيورين والبيريميدين فى الـ د.أ.ر.ن DNA ولكن الوظيفة التى هى حقيقة حساسة نحو نقص الفولات هى تحويل الدى أكسى يوريدين deoxyyuridine إلى ثيميدين thymidine والذى يحفزه سينثيتاز الثيميديلات thymidlate synthetase (الصورة ١). والفولات فى هذا التفاعل يجب أن تحول أولاً إلى حمض ٥، ١٠- ميثيلين رباعى أيدروفوليك 5,10-methylene tetrahydrofolic acid والذى يحدث له إعادة توليد كل مرة يشترك فى التفاعل. وهذه الوظيفة للفولات تشرح التأثيرات الباثولوجية لنقصها فى الإنسان والحيوان بما فيها فقر الدم الضخم الأرومات وقلة الكريات البيضاء والشذوذ فى الخلايا البيضاء الناتجة عن الإضطرابات فى تخليق د.ا.ر.ن DNA وبالتالى إنقسام الخلية فى نخاع العظام. ونقص الفولات يُنْقِصْ - فى الأطفال - نمو الجسم وإعادة توليد مخاط الأمعاء وإنقسام الخلية فى المواقع الأخرى التى لها تحول سريع.

ووظائف أخرى لقرائن إنزيمات الفولات تشمل تحول الهستيدين وتخليق الميثيوتين من الهوموسستئين وتخليق السيرين من الجليسين وإنتقالات ذرة كربون واحدة بين الجزيئات. والإرتباط الأيضى القوى بين وظائف الفينولات وتلك الخاصة بفيتامين ب١٢ تحدث عند التفاعل الذى ينقل وحدة الكربون من ميثيل رباعى أيدروفولات methyltetrahydrofolate إلى الهوموسستئين ليُكَون ميثيونين. وإحتياج قرين العامل ب١٢ فى هذا التفاعل يؤدى إلى نقص فى وحدات كربون وحيد نشطة مناسبة لتخليق د.ا.ر.ن

DNA أثناء نقص ب١٢ بحيث أن أى من نقص فى الفولات أو نقص ب١٢ يؤدى إلى فقر دم ناتج عن تكوين خلايا حمراء غير ناضجة ذات تركيزات عادية من الهيموجلوبين (فقر الدم الضخم الأروماتى megablastic anaemia) والنتائج الأخرى الناتجة عن التأثير على إنقسام الخلية فى مواقع الأنسجة الحساسة.



صورة (١): التخليق الحيوى للثيميديلات وإعادة توليد حمض الميثيلين رباعى أيدروفوليك والتخليق الحيوى للميثيونين.

القياس

فولات البلازما يعكس المأخوذ الحديث ومقدار الإنتقال مابين الأنسجة بينما مستويات الخلايا الحمراء تمثل مخزون الأنسجة للمدى الأطول حيث فولات داخل الخلايا (خلايا حمراء) لاتستطيع التبادل مع فولات خارج الخلايا بسهولة. والأطفال لهم مستويات أعلا كثيراً فى السيرم والخلايا الحمراء عن البالغين وهذا ربما رُبطَ بإنقسام خلية فى معدل أكبر فى الطفولة. وطرق الفولات المبنية على ربط البروتين تنافسياً (طريقة الراديو/الإشعاع radioassay) أو على ربط الأجسام المضادة قد ظهرت كمنافس خطير لطرق

الكائنات الدقيقة القديمة ولكن الحدود العادية limits of normality كثيراً ماتبنى على معلومات قليلة وقد تختلف بين الطرق المختلفة ولذا فمن المستحسن تعريف الحدود العادية لكل طريقة بقياس مباشر لمجموعة عادية أو بالمقارنة مع طريقة قد قدرت حدودها العادية. وطرق الكائنات الدقيقة تميل إلى إعطاء قيم أعلا عن طرق ربط البروتين وقد تم الإتفاق على أن مستويات السيرم (أو البلازما) أقل من ٣ ميكروجرام/لتر أى مستويات كرات الدم الحمراء أقل من ١٠٠ ميكروجرام /لتر تبين نقصاً كيموحيوياً ويجب فحصها جيداً. وهناك عدة إختبارات وظيفية مثل تلك المبنية على كفاءة الأيض الهدمى لحمل من الهستيدين أو على كبح دى أكسى يوريدين لإستخدام الثيميدين سابق التشكيل لتخليق د.ا.ر.ن DNA فى دراسة الأنسجة biopsies مثل خلايا نخاع العظام. ونقص الفولات مثل نقص فيتامين ب١٢ أو ب٦ يمكن أن ينتج مستويات أعلا من الهوموسستئين ناتجة عن تخليق غير تام للمثيونين وهذا بدوره قد يزيد خطر ضرر بطانة الأوعية vascular endothelial وبالتالى تصلب الشرايين.

إحتياجات حمض الفوليك

وجد أن ٥٠ميكروجرام/يوم تكفى حتى لايظهر نقص كلينيكى فى الرجال البالغين والنساء غير الحاملات وغير المرضعات وينصح بـ ٤٠٠ ميكروجرام و٨٠٠ ميكروجرام للحوامل/يوم. ومع ذلك فإن معظم الناس تعيش على مأخوذ يومى من ١٥٠ – ٢٠٠ ميكروجرام/يوم.

والفولات الموجودة فى لبن الأم (تقريباً ٥٠ ميكروجرام/لتر) يبدو أنها تكفى عن حمض التيرويل جلوتاميك pteroyl glutamic acid. ويجب العناية بكبار السن لأنه يظهر أنهم لايستخدمون الفولات كما يجب. ونقص فيتامين ب١٢ ينتج عنه نقص فى إستخدام الفولات. ويبدو أن أخذ كميات كبيرة منها عن طريق الفم لاتأثير لها وإن كان أخذُ مرتين أو ثلاثة المأخوذ الموصى به يومياً يتدخل مع إمتصاص الخارصين وكذلك تفاعلات حساسية.

(Macrae)

فومى أسود
black salsify/scorzonera
قشرة سوداء/قعبارون (الشهابى)

الإسم العلمى *Scorzonera hispanica*

يشبه لحية التيس/الفومى ولكن جذوره سوداء وأزهاره صفراء ولأنه يدمى بسهولة فهو لايقشر ولكن يغلى ويحك كما فى لحية التيس/الفومى. ويؤكل مثل الفومى وأزهاره ربما أستخدمت بوضعها فى الأوملت. (Stobart)

فيتامين أ vitamin A

أنظر: ريتينول

فيتامين ب٦ vitamin B6 / pyridoxine

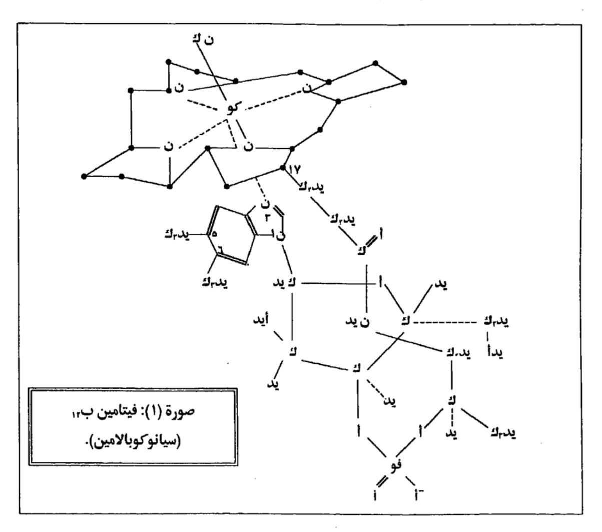
أنظر: بيريدوكسين

فيتامين ب١٢ / كوبالامينات vitamin B12 / cobalamins

الإنسان والحيوانات الأخرى تحتوى ثلاثة كوبالامينات: أيدروكسى كوبالامين hydroxy cobalamin وأدينوسيل كوبالامين adenosyl cobalamin وميثيل كوبالامين methyl cobalamin ولكن السيانوكوبالامين cyano cobalamine هو الأكثر إستخداماً لوجوده وثباته.

التركيب

يظهر التركيب فى الصورة (١).



صورة (١): فيتامين ب١٢ (سيانوكوبالامين).

الخواص الفيزيقية physical properties

يكون السيانوكوبالامين بلورات حمراء تشبه الإبر مسترطبة ووزنه الجزيئى ١٣٥٥ وله التركيب ك٦٣يد٨٨ن١٤أ١٤ فوكو. وهو متعادل عديم الرائحة والمذاق يذوب فى الماء ١,٢٪ على ٢٥°م كما يذوب فى الكحول والفينول ولكن غير ذائب فى الأسيتون والكلوروفورم والإيثير. وبلوراته الحمراء تغمق على ٢١٠ – ٢٢٠°م وتنصهر على ٣٠٠°م.

وهـو يحـول الضـوء المستقطب إلى اليسـار ومـن الصعب قراءته بدقة بسبب لونه فـإن لـه نشاطـاً ضوئياً على ٦٥٦ نانومـتر يسـاوى -٥٩° وعنـد ٦٤٣ نانومتر -١٠٠°. وطيف الإمتصاص للسيانوكوبالامين يظـهر ثلاثـة إمتصاصـات قصـوى مميزة ونسبيـاً مستقلة عن جـيد ومعامل الخفض (ع ج سم ϵM cm) extinction coefficient هـى ع٢٧٨ ϵ_{278} = ١٦,٣ × ١٠^٣ و ع٣٦١ ϵ_{361} = ٢٨,١ × ١٠^٣ و ع٥٥٠ ϵ_{550} = ٨,٧ × ١٠^٣.

الخواص الكيماوية chemical properties

يمكـن أن يحـل محـل مجموعـة السـيانور فـى السـيانوكوبالامين أيونـات لتكـون أيدروكسـوكوبالامين وفلوروكوبـالامين ونيتروكوبـالامين وثيوسـياناتوكوبالامين thiocyanato cobalamin وغيرها. وهذه جميعاً يمكن أن تتحول مرة أخرى إلى سيانوكوبالامين بالمعاملة بالسيانور ومركب أرجوانى يتكون بإضافة زيـادة مـن السـيانور إلى محـاليل قلويـة مـن السـيانوكوبالامين يسـمى ثنـائى سـيانوكوبالامين dicyanocobalamin وهـو مركـب غـير ثـابت ويحتـوى علـى جزيئـين سـيانور متصلـين بـذرة الكوبالت. والسيانوكوبالامين يتكسر ببطء بالأشعة فـوق البنفسـجية أو بضـوء مرئـى قـوى وتنفصـل مجموعة السيانور ويعطـى أيدروكسـى كوبـالامين. والتعرض الطويل للضوء يسبب تكسراً غير عكسـى وتثبيطـاً. والحلمـأة الحمضيـة الخفيفـة للسـيانوكوبالامين تفصـل النيوكلوتيـد بينمـا الحلمأة الحمضية الشديـدة تفصـل الأمونيـا و٥،٦-ثنائى ميثيل بنزيميدازول 5,6-dimethyl benzimidazole و د-أمينـو-٢-بروبـانول D-amino-2-propanol وحمـض كوبـيرينيك cobyrinic acid. والحلمـأة بواسـطة الأحمـاض الخفيفة تشق مجموعة الأمـايد مـن السلسلة الجانبية وينتج أحادى وعديد أحماض الكربوكسيليك.

الثبات stability

السيانوكوبالامين ثابت فى الهواء وفى شكله الجاف ثـابت نسـبياً علـى ١٠٠°م لمـدة عـدة سـاعات. والمحاليل المائية يمكن معاملتها فى الأوتوكلاف على جـيد ٤ - ٧ علـى ١٢٠° م. والسيانوكوبالامين ينسجم مع عدد كبير من المواد الدوائية والتغذوية. وفـى محلـول الثيـامين والنيكوتينـاميد أو حمـض النيكوتينيـك يـهدم السيانوكوبالامين ببـطء بينمـا إضافة كميات صغيرة مـن الحديـد أو الثيوسـيانات تحميه.

مصادر الكوبالامينات
sources of cobalamins

وجدت كميات صغيرة من الكوبالامينات فى عدة نباتات فى ١٩٦٤ كما وجدت فى البطاطس وكذلك فى بعض البقول والمصادر الممتـازة لـه هـى أعضاء لحـم الحيـوان خاصـة الكبـد والكـلاوى والقلـب (الجدول ١).

الفسيولوجى physiology

تستطيع الكائنات الدقيقة *Propionibacterium* spp. أن تنتج مقداراً ٤٠جم من ب١٢ فـى كـل لتر من وسط النمو.

جدول (١): مصادر الكوبالامينات.

٥٠ - ٥٠٠ ميكروجرام/١٠٠جم
كبد الحمل وكلوته وكبد البقر والعجل والخنزير ومخ البقر.
٥- ٥٠ ميكروجرام/١٠٠جم
كلوة الأرنب والبقر وكبد الأرنب والدجاج وقلب البقر والأرنب والدجاج وصفار البيض والسرطان والمحار والبطلينوس والسردين والسالمون.
٠,٢ - ٥ ميكروجرام/١٠٠جم
القد والحدق والترسة وسمك موسى والهلبوط والكركند والأسقلوب والجمبرى وأبو سيف والتونا والبقر والحمل والخنزير والدجاج والبيض الكامل والجبن الأمريكى والسويسرى ولبن البقر.

والمراحل فى إستخدام ب١٢ من مصادر الأغذية هى: ١- إطلاق إنزيمى للبروتين فى الغذاء مع إنتقال العامل الداخلى/الجوهرى intrinsic factor وروابط R للعصير المعدى. ٢- إنتقال ب١٢ على روابط R غير متخصصة إلى العامل الداخلى/الجوهرى intrinsic factor المفرز فى المعدة بعد هضمها بالإنزيمات البنكرياتية. ٣- تفاعل معقد عامل جوهرى/داخلى-ب١٢ متخصص فى وجود أيونات كالسيوم . ٤- إنتقال ب١٢ إلى رابطة ترانسكوبالامين ٢ transcobalamin فى الخلية المعوية enterocyte ومنها إلى البلازما ثم تحمل إلى الأنسجة وتؤخذ بإدخال عن طريق غشاء/إلتقام خلوى endocytosis إلى الخلايا.

ويوجد عدة حالات فقر دم خبيث/أنيميا وبيلية perricious anaemia (نقص إفراز العامل الداخلى نظراً لضمور المخاط المعدى)، وكذلك عدة حالات جراحية أو تنتج عن طفيليات أو أدوية أو عدم تدوير ترانسكوبالامين٢، كل هذا يؤثر على الإمتصاص.

وقياس مستويات ب١٢ فى السيرم الآن بطرق التخفيف الراديو إشعاعى radioisotops dilution assay والمستويات العادية فوق ٢٠٠ بيكوجرام pg /مل. والمستويات أقل من ١٠٠ بيكوجرام pg /مل هى مظهر للنقص. وإختبار تشخيصى آخر هو إختبار كبح الدى أكسى يوريدين deoxyuridine suppression test ويجرى فى الزجاج *in vitro* على سافطات نخاع العظام وهو ينظر مباشرة لمقدرة الخلايا على تخليق الثيميدين من الدى أكسى يوريدين فالخلايا التى ينقصها ب١٢ تعامل ويكون ب١٢ هو المضاف الوحيد الذى يتغلب جزئياً على كبح التحول بينما فورميل رباعى أيدروفولات tetrahydrofolate يعكس حالة الخلايا التى ينقصها كل من الفولات و ب١٢. وإختبار آخر يشتمل على أيض حمل من الفالين عن طريق الفم فإذا وجد نقص ب١٢ فإن حمض الميثيل مالونيك methylmalonic acid يتجمع ويفرز منه كميات كبيرة من هذا الناتج الثانوى.

الوظائف البيولوجية لفيتامين ب١٢
biological functions of vit. B_{12}

أهم تفاعل كيموحيوى يحفزه فيتامين ب١٢ فى الإنسان والحيوان هو تحويل الهوموسستئين إلى ميثيونين وأهم نتيجة نقص فى الجسم *in vivo* هى وقف تخليق د.ا.ر.ن DNA الذى يؤدى إلى تكوين خلايا حمراء ضخمة/أرومة

ضخمة megaloblastosis وفقر دم الكريات الضخمة macrocytic anaemia وهذه غير مميزة عن تكوين خلايا حمراء ضخمة/أرومة ضخمة megaloblastosis وفقر دم نقص الفولات.

وشرح منتشر للعلاقة مابين نقص ب١٢ وفشل إنقسام الخلية مما يؤدى إلى فقر دم هو "فرض مصيدة الميثيل فولات" حيث الميثيلين رباعى أيدروفولات عديد الجلوتامات، وهو العامل داخل الخلايا لتخليق الثيميدين، يصبح مستهلكاً بكثرة لتحويله أى إختزاله إلى ميثيل رباعى أيدروفولات عديد الجلوتامات methyltetrahydrofolate polyglutamate. والأخير غير قابل لأن ينقل وحدة الكربون (مجموعة الميثيل) إلى هوموسستئين، وبذا يكمل دورة الفولات مرة أخرى إلى شكل الميثيلين، بسبب نقص عامل ب١٢ (ميثيل كوبالامين). وفى نفس الوقت فإن ميثيل فولات جلوتاماتات قصيرة السلسلة من الغذاء تُسْتَخْدَم سيئاً وبذا تفرز بحيث أن مستويات الفولات فى الخلايا تنقص.

وشرح مبادل هو "فرض جوع الفورمات formate starvation hypothesis" ويفترض أن نقص ب١٢ يسبب نقصاً فى مستويات الميثيونين وناتج مهم لنقصه هو تحويل أقل للميثيونين إلى فورمات نشطة. والفورمات النشطة يحتاج لها لتخليق الفورميل رباعى أيدروفولات داخل الخلايا وهذا مولد جيد لفولات عديد الجلوتاماتات وبالتالى لمجموعات الميثيلين النشطة لتخليق الثيميدين. وفى غياب فيتامين ب١٢ تتراكم الفورمات فى الدم والكبد والمخ ويكون هناك زيادة فى إفراز الفورمات فى البول. وفى تدعيم لهذا الفرض فإن الفورميل فولات ولكن ليس رباعى ايدروفولات يمكنها تصحيح نقص ب١٢ الوظيفى ويمكن للكائن أن يؤكسد مجموعة الميثيل فى الميثيل فولات إلى ميثيلين وفورميل فولات.

والنتيجة الثانية الهامة وظيفياً والتى تنتج عن نقص فيتامين ب١٢ هى فشل الإحتفاظ بالنسيج العصبى ميلين myelin وهذا يفسر الضرر العصبى غير العكسى والذى يُرَى بعد نقص طويل المدى لـ ب١٢. وهذا قد يكون متصلاً كيموحيوياً مع سد تكون الميثيونين (وبالتالى أيض الفوسفوليبيد) وإن لم تفهم تماماً.

إحتياجات الإنسان من فيتامين ب١٢

الإحتياج عادة أقل من ١ ميكروجرام/يوم للبالغين وهو يتراوح مابين ٠,١ - ١ ميكروجرام فى اليوم. وتزداد قليلاً أثناء الحمل والرضاعة. ويفرز فى لبن الأم من ٠,١ - ٣ ميكروجرام/يوم. وكبار السن عادة يحتاجون عن البالغين الصغار. والذين يأكلون المواد الحيوانية والنباتية فى الغرب يتناولون ٣-٣٠ميكروجرام/يوم. وفيتامين ب١٢ يخزن أساساً فى الكبد (٦٠٪) والعضل (٣٠٪). والميثيل كوبالامين هو أكثر الأشكال فى بلازما الإنسان بينما فى معظم أنسجة الإنسان الأكثر وجوداً دى أكسى أدينوسيل كوبالامين deoxyadenosyl cobalamin مع الأكواكوبالامين بعده aquacobalamine.

ولايوجد سمية لفيتامين ب١٢ والمأخوذ اليومى الموصى به هو ١ ميكروجرام/يوم للبالغين

وللحوامل ١,٤ ميكروجرام وللمرضعات ١,٣ و ٠,١ ميكروجرام/يوم للأطفال. ولعلاج فقر الدم ٥٠٠ ميكروجرام حقن كل ٢-٣ أشهر. (Macrae)

فيتامين ج/حمض الأسكوربيك
vitamin C/ ascorbic acid

فيتامين ج – الفيتامين المضاد للأسقربوط – يوجد في عدد كبير من الأغذية خاصة الفواكه والخضروات. والفيتامينان الطبيعيان ل-حمض الأسكوربيك (ح.أ AA) L-ascorbic acid و دي‌هيدرو-ل-حمض الأسكوربيك (د.هـ.ح.أ dehydro-L-ascorbic acid (DHAA تكون نظام أكسدة -إختزال هو أساس لكثير من نشاطاته الفسيولوجية وأيضاً لإستخداماته التقنية.

كذلك فإن د-مشابه الأسكوربيك (ش.أ IAA) D-isoascorbic acid والمناظر له ديهيدرو-د-مشابه الأسكوربيك (د.ش.أ dehydro-(DHIAA D-isoascorbic acid فهذان المركبان يوجدان في بعض الأغذية المعاملة حيث أن زوج مشابه الأسكوربيك ديهيدرو-مشابه الأسكوربيك يكونان نظام أكسدة - إختزال ويستخدمان في الصناعات الغذائية كمادة حافظة.

الخواص الفيزيقية physical properties

الصورة (١) تعطى ح.أ ، د.هـ.ح.أ AA & DHAA وكذلك يوجد الشق الحر للأسكوربات وهو مركب متوسط في التحول من ح.أ AA إلى د.هـ.ح.أ DHAA.

٣،٢ حمض ثنائي كيتو-الجولونيك (ث.ك.ح.ج)

ديهيدرو حمض الاسكوربيك (د.هـ.ح.أ)

شق حر اسكوربات (ح.أ°)

ل-حمض الاسكوربيك (ح.أ)

الصورة (١): تركيب حمض الأسكوربيك وشق الاسكوربات و ديهدرو حمض الأسكوربيك و[illegible]ض ثنائي كيتو الجولونيك.

وكـلا ح.أ AA و د.هــ.ح.أ DHAA وهمـا نقيـان فإنهما يظهران كصلـب متبلـر أبيـض والأول يظـهر كصفائح والثانى كإبـر. وخـواص ح.أ توجد فـى الجـــدول (١).

الجدول (١): الخواص الفيزيقية لـ ل-حمض الأسكوربيك.

الخاصية	المميزات
التركيب	ك٦يد٨أ٦
الكتلة الجزيئية	١٧٦.١٢
المظهر	صلب أبيض عديم الرائحة متبلر
شكل البلورة	صفائح وأحياناً إبر
نقطة الإنصهار	١٩٠-١٩٢
الكثافة	١,٦٥
الدوران الضوئى	د٢٥ α=+٢٠,٥ - ٢١,٥° (تركيز = ١ فى الماء) د٢٣ α=+٤٨° (تركيز = ١ فى ميثانول)
جيد	٣ (٥مجم/مل)، ٢ (٥٠مجم/مل)
ج ث١	٤,١٧
ج ث٢	١١.٥٧
أشعة فوق بنفسجية (λأقصى)	٢٤٥ نانومتر (محلول حمضى) ٢٦٥ نانومتر (محلول متعادل)
ج الأخسدة (جس) المرحلة الأولى	نى/مر E'_0 = +٠,١٢٧ (جيد = ٥)
الذوبان	١جم فى ٣ مل ماء و ٣٠ مل كحـول (٥٠ مـل كحـول مطلـق) ١٠٠ مـل جليسـرول و ٢٠ مـل بروبيليـن جليكول. ولايذوب فى الإيثير أو الكلوروفورم أو البنزين أو الايثير البترولى أو الزيوت أو الدهون أو مذيباتها.

و د.هـ.ح.أ DHAA يظهر كثنائى فى الحالة الصلبة ولكن يأخذ صورة موحود monomeric فى شـكل نصـف أسـيتال hemiacetal. أمـا ش.أ IAA و د.ش.أ DHIAA فلـهما نفـس الـتركيب مثـل تلـك الخاصة بفيتامين ج فيما عدا التهيئة الاستيرية حـول ذرة الكربـــون ٥. و ش.أ IAA لـه علـى الأكثــر ٥٪ مـن نشاط فيتامين ج.

الخواص الكيماوية chemical properties

ح.أ AA حسـاس للحـرارة والضـوء حيـث يتحـــول بسـرعة إلى د.هـ.ح.أ DHAA الـذى يؤكسـد إلى حمــض ثنــائى كيتـــو الجولونيــك (ث.ك.ح.ج diketogulonic acid (DKGA (الصــورة ١). وهـذا ليس له نشاط فيتـامينى. د.هــ.ح.أ DHAA يمكن أن يحضر من حمض الأسكوربيك مع الفحم المنشط والهالوجينـات وكلوريد الحديديك وفــوق أكسـيد الأيدروجـين و ٢،٦-ثنــائى كلوروفينــول-اندوفينـــــــــول 2,6-dichlorophenol-indophenol وعوامل أكسدة أخرى بينما يمكن إختزاله إلى ح.أ AA بمفاعلات مثل الهوموسستئين وثنــائى ثيوثريتــــول dithiothreitol وكـــبريتيد الأيدروجين والجلوتاثيون. و ح.أ AA ثـابت أكـثر علــى جيد ٣,٥ - ٥ ويُحفَزْ تكسره فى وجـود معادن مثل الحديد والنحاس. وخالبات المعادن كحمض إيثيلين ثنائى الأمين رباعى الخليك (أ.ثنـا.أ.ر.خ ethylenediamine tetraacetic (EDTA acid وحمض الأكسـاليك تميـل إلى خفض هـذا الحفز. والإنزيمـات التـى توجـد فـى الغـذاء مثـل

أكسيداز حمض الأسكوربيك الذى يحفز تحويل ح.أ AA إلى د.هـ.ح.أ DHAA.

و ح.أ AA يمكن أن يعمل فى كسح أ٢ كما فى المعادلة

ح.أ + أ٢ ← د.هـ.ح.أ + يد٢أ٢ (١)

وفى الأغذية تقوم الشقوق الحرة – وهى ذرات أو جزيئات تحتوى اليكترونات غير مزدوجة ويرمز لها بالرمز ° – تستطيع أن تبتدىء سلاسل تفاعلات تسبب فساد الأغذية. و ح.أ AA يمكن أن يعتبر من هذه الشقوق وبذا يوقف سلسلة التفاعل (المعادلة ٢)

{ ر° ، ر أ أ° } + ح.أ ← ح.أ° + { أ ر يد ، ر أ أ يد } (٢)

٢ أ أ° ← أ أ + د.هـ.ح.أ

ويستخدم فيتامين ئى E ككاسح للشقوق الحرة فى الدهون والزيوت. ح.أ AA (فى شكل بالميتات) يعمل تآزرياً مع فيتامين ئى للمحافظة على قوة الأخير كما فى المعادلة (٣)

ئى + ر أ أ° ← ئى° + ر أ أ يد

ئى° + ح.أ ← ئى + ح.أ° (٣)

٢ ح.أ° ← ح.أ + د.هـ.ح.أ

والنتروزامينات – عوامل إنتاج سرطان – تولد فى بعض عمليات إنتاج الأغذية وكذلك فى دخان السجائر. وهى تتكون بفعل حمض النيتروز مع أمينات ثنائية وثلاثية. و ح.أ يمكنه أن يخفض كمية النتروزامينات المتولدة بكسح يد ن أ٢ (المعادلة ٤)

٢يد ن أ٢ + أ.ح ← د.هـ.ح.أ + ٢ن أ + ٢يد٢أ٢ (٤)

وتفاعل د.هـ.ح.أ DHAA مع الجلوتاثيون ج كب يد GSH يُعْتَقد أنها مهمة فى تحسين تكوين الجلوتين أثناء عمل الخبز (المعادلة ٥)

د.هـ.ح.أ + ٢ ج كب يد← ح.أ + ج كب كب يد (٥)

وتفاعل مهم فى تخزين اللحوم الطازجة على درجة حرارة منخفضة هو تفاعل ح.أ AA مع المتميوجلوبين (المعادلة ٦)

متميوجلوبين ←(ح.أ)— ميوجلوبين ←(أ٢)— أكسى ميوجلوبين (٦)

ح+٣ ، ح+٢ ، ح+٢

(بنى) ، (أرجوانى/أحمر) ، (أحمر)

كما أن ح.أ AA يمكنه أن يخلب المعادن وبذا يتدخل مع مقدرة تشجيع الأكسدة.

الوجود فى الأغذية occurrence in foods

تختلف نسب حمض الأسكوربيك من غذاء إلى آخر وتبلغ نسبة د.هـ.ح.أ DHAA ١٠ – ٢٠٪ من محتوى فيتامين ج الكلى فى كثير من الخضروات. ويؤثر على نسبة فيتامين ج العوامل الوراثية والنضج والجو وضوء الشمس وطريقة الحصاد والتخزين بل إن الإختلافات داخل الثمرة أو النبات تتوقف على كمية ضوء الشمس التى ينالها كل جزء أثناء النمو.

كما أن طرق الطبخ تؤثر على نسب فيتامين ج فكمية الماء ودرجة الحرارة وزمن الطبخ كلها عوامل مؤثرة. فالطبخ فى أفران الموجات الدقيقة/القصيرة يحتفظ بـ ٨٠٪ من الفيتامين تقريباً. والغلى فى الماء مباشرة ٥٠٪ إحتفاظ والخضروات

المحمرة مع التقليب ٥٠٪ أيضاً والخضروات المجمدة ٥٠٪ - ٦٠٪ والمعلبة ٤٠ - ٥٠٪ والعصائر المجمدة تحتفظ بفيتامينها لعدة أشهر والخضر الحمضية ٨٥٪ والبطاطس مهما إختلفت طريقة طبخه ٦٥٪.

دور فيتامين ج كمضاف فى صناعة الأغذية

ح.أ AA يضاف إما للتعويض restoration أو للتقوية fortification والأغذية المقواة الرئيسية هى حبوب الإفطار والمشروبات الخفيفة وعصائر الفواكه وكثير من الخضر والفواكه المعاملة. و ش.أ IAA لايمكن إستخدامه لهذا الغرض لأن له نشاط فيتامين منخفض.

وفى عصير الفواكه ومشروباتها فإن ح.أ يضاف أيضاً لتثبيت اللون والنكهة. وهو يعمل كمضاد للأكسدة الذى يكسح الأكسجين من الحيز العلوى فى القوارير والعلب كما يكسح الأكسجين الذى يمكنه النفاذ فى بعض حاويات اللدائن. ويضاف إلى الفواكه المعاملة لتثبيط الأكسدة الإنزيمية للمركبات الفينولية التى تؤدى إلى تكون اللون البنى فهو يعمل كمضاد للأكسدة.

وفى الدهون والزيوت والمرجرين والزبد فإن فيتامين ئى الداخلى يعمل على كسح الشق الحر والذى يوقف سلسلة التفاعلات التى تؤدى إلى الفساد والتزنخ. ح.أ AA فى شكل بالميتات والتى تذوب فى الدهن تضاف لتعمل تآزرياً مع فيتامين ئى بواسطة المعادلة (٣).

وفى معالجة اللحوم يعمل ح.أ AA ككاسح للأكسجين وككاسح للشقوق الحرة وكمثبط لتكوين النتروجين ومع السجق الأكسجين يثبط تكون اللون ومع لحوم الغذاء luncheon meat فإن الأكسجين يتفاعل مع الميوجلوبين لإنتاج الميتميوجلوبين البنى ويرجع اللون الوردى فى الهام المعالج أو الباكون إلى نيتروزيل ميوكروم nitrosyl myochrome ن.م NOMc وهو حساس لوجود الأكسجين. وفى كل هذه الحالات يعمل ح.أ AA ككاسح للأكسجين. وبيروكسيدات الدهن التى توجد فى اللحم المعالج تولد شقوقاً حرة تفصل الصبغة الوردية. ح.أ AA فى تآزر مع فيتامين ئى الداخلى يثبط التكسر. وفى معاملة اللحوم يضاف يدن أ, وهذا يتفاعل مع الميتميوجلوبين لإنتاج ن.م NOMc ولكن ح.أ AA يعزز من إنتاج ن أ NO لتكوين ن.م NOMc كما أنه يكسح أى زيادة من يدن أ, وبذا يثبط جزئياً إنتاج النتروزأمين.

يستخدم ح.أ AA فى عمل الخبز لتحسين تركيب الجلوتين فإزالة مجموعات كب يد الحرة من العجين تقوى هذا العجين والمفترض أن مجموعات كب يد هذه تستطيع التفاعل مع وتكسير روابط كب-كب فى الجلوتين والتى هى جزئياً مسئولة عن قوته أما د.هـ.ح.أ DHAA والذى يتكون من ح.أ AA أثناء معاملة الدقيق فيتفاعل كعامل أكسدة لتحويل روابط كب-يد إلى روابط كب-كب. والمعادلة (٥) تعطى مثالاً على ذلك فالجلوتاثيون الموجود فى الدقيق يتفاعل مع د.هـ.ح.أ DHAA.

ش.أ IAA يمكنه أن يحل محل ح.أ AA فى بعض هذه التطبيقات ولكن ليس فى كلها. فهو يستخدم

فى بعض لحوم الغذاء كمضاد للأكسدة ولكن لم يكن مؤثراً كمهيىء للعجين فى عمل الخبز.

الفسيولوجى physiology

حمض الأسكوربيك يعمل كفيتامين لعدد محدود من الأنواع: الإنسان والحيوان الرئيسى primate والوطواط وعدد من الطيور والأسماك. والأنواع الأخرى تستطيع تخليق حمض الأسكوربيك بكميات أكبر من المطلوب كمتوسط فى طريق أكسدة حمض الجلوكونيك.

ويعمل حمض الأسكوربيك كمضاد للأكسدة غير متخصص نسبياً ويصطاد الشقوق الحرة ويختزل شق التوكوفيروكسيل المتكون من أكسدة فيتامين ئى وله وظيفة أيضية خاصة كقرين إنزيم أخسدة للدوبامين-β-أيدروكسيلاز dopamine-β-hydroxylase وأيدرولاز الببتيديل جليسين peptidyl glycine ومطلوب للمحافظة على أيدرولازات تعتمد على ٢- أكسوجلوتارات فى حالة مختزلة.

التخليق الحيوى لحمض الأسكوربيك
biosynthesis of ascorbic acid

للأنواع التى لايعمل فيها حمض الأسكوربيك كفيتامين فإنه يعمل كمركب متوسط فى طريق جولونولاكتون gulonolactone الخاص بأيض حمض الجلوكيورونيك. وهذا طريق هام فى أيض حمض الجلوكيورونيك الهدمى. والاسكوربات أيضة متوسطة والتى معدل تخليقها وتحولها لايحمل علاقة بالمتطلبات الفسيولوجية للأسكوربات كما هى *per se*. ومن المستحيل تأويل معدل التخليق للاسكوربات فى هذه الأنواع والتوصل إلى إحتياجات الإنسان.

وفى الأنواع حيث الاسكوربات فيتامين فإنه ينقصها إنزيم أكسيداز الجولونولاكتون gulonolactone oxidase ولها طريق بديل لأيض حمض الجلوكيورونيك glucuronic acid.

الإمتصاص absorption

فى الفئران والجرذ الأرنبى hamsters – والذى الاسكوربات فيه ليست فيتامينات – الإمتصاص المعوى سلبى بينما فى خنزير غينيا guinea pig والإنسان هناك نقل نشط يتوقف على الصوديوم للفيتامين عند غشاء حد الفرش brush border مع آلية مستقلة من الصوديوم عند غشاء الجانبى القاعدى basolateral والديهيدرو اسكوربات تمتص سلبياً passively فى الغشاء المخاطى للأمعاء وتختزل إلى اسكوربات قبل الإنتقال عبر غشاء الجانبى القاعدى basolateral.

ومشابه حمض الاسكوربيك (أريثوربيك erythorbic) ليس مادة تفاعل فى الإنتقال النشط فى الغشاء المخاطى للأمعاء ولكنه يمتص سلبياً passively وهذا يقلل نشاطه البيولوجى النسبى.

وفى الإنسان ٨٠ – ٩٥٪ من اسكوربات التغذية تمتص (حتى حوالى ١٠٠مجم/يوم). وإمتصاص كميات أكبر من الفيتامين تقل فهى تنزل من ٥٠٪ عند جرعة قدرها ١,٥ جم إلى ٢٥٪ لجرعة قدرها ٦جم وإلى ١٦٪ لجرعة قدرها ١٢جم. والأسكوربات غير الممتصة من جرعات عالية هى مادة تفاعل لأيض بكتيريا الأمعاء.

الإنتقال والأخذ بواسطة الأنسجة
transport & tissue uptake

كلاً من الأسكوربات والديهيدرواسكوربات تدور فى مجرى الدم فى محلول حر ومرتبطة بالألبيومين وحوالى ٥٪ من فيتامين ج فى البلازما عادة فى شكل ديهيدرواسكوربات.

وآلية أخذ الأنسجة للفيتامين يختلفان. هناك أخذ نشط للاسكوربات فى الخلايا بينما يظهر الديهيدرواسكوربات أخذ تركيزى ظاهرى لأنه يختزل داخل الخلايا إلى اسكوربات. بجانب ولأنه محبْ للدهن lipophilic على جيد الفسيولوجى فالديهيدرواسكوربات قد يدخل الخلايا بالإنتشار. وحوالى ٧٠٪ من الاسكوربات المحمول فى الدم فى البلازما وكرات الدم الحمراء (والتى لاتركز الفيتامين من البلازما). والباقى فى الخلايا البيضاء والتى لها مقدرة ملحوظة على تركيز الاسكوربات والكرات البيضاء وحيدة النوية تحقق تركيزاً قدره ٨٠ مرة والصفيحات platelets ٤٠ مرة والخلايا المحببة granulocytes ٢٥ مرة مقارنة بتركيز البلازما.

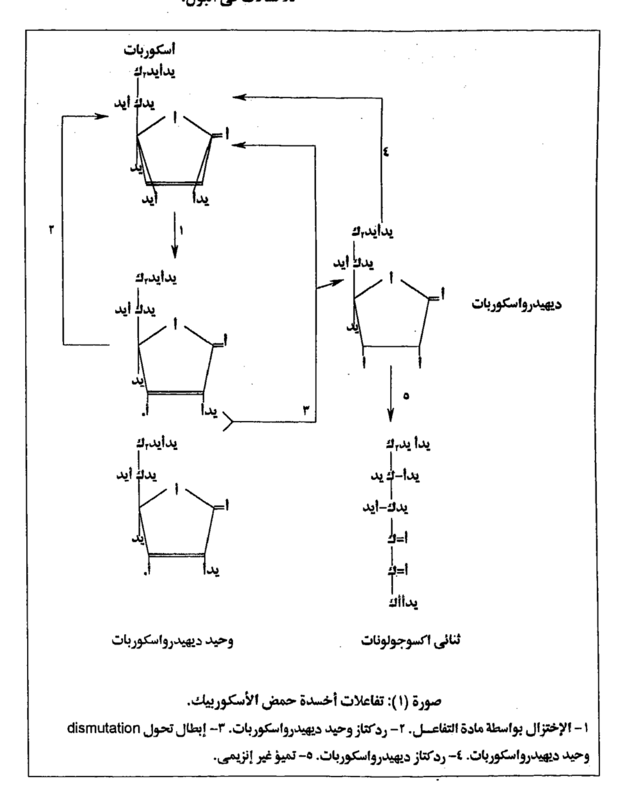
وليس هناك عضو متخصص لتخزين الاسكوربات بجانب كرات الدم البيضاء والتى تكون ١٠٪ من كل الدم فإن الأنسجة التى تظهر أى تركيز مهم للفيتامين هى الغدد فوق الكلية adrenal والغدة النخامية pituitary gland ولو أن تركيز الاسكوربات فى العضل منخفض نسبياً فعضل الهيكل العظمى يحتوى معظم مافى الجسم ٩٠٠ – ١٥٠٠ مجم (٥ – ٨,٥ ميللى جزىء) من الأسكوربات .

الأيض وإفراز حمض الاسكوربيك
metabolism & excretion of ascorbic acid

كما يظهر فى الصورة (١) فإن أكسدة حمض الاسكوربيك تتم بعملية إليكترون واحد مؤدية إلى شق وحيد الديهيدرواسكوربات وهذا يتوزع مابين الاسكوربات والديهيدرواسكوربات. ومعظم الأنسجة بها ردكتاز وحيد ديهيدرواسكوربات يتوقف على فوسفات نيكوتيناميد ادنين ثنائى النيوكليوتيد مختزل (ف.نك.أ.ثنا.نو.يد NADPH) الذى يختزل الشق مرة أخرى إلى اسكوربات. والديهيدرواسكوربات يختزل إلى اسكوربات إما بردكتاز يتوقف على (ف.نك.أ.ثنا.نو.يد NADPH) أو جلوتاثيون. وديهيدرواسكوربات يمكن أن يتم له تميؤ hydration غير إنزيمى إلى حمضى ثنائى أكسوجولونيك di-oxogulonic ثم نزع الكربوكسيل decarboxylation إلى زيلوز وبذا يعطى طريقاً للدخول إلى طرق أيض الكربوايدرات المركزية وهذا هو مآل أيض الاسكوربات فى هذه الأنواع والتى هو ليس لها كفيتامين وأيضاً فى خنزير غينيا. والأكسدة إلى ثانى أكسيد كربون ليست إلا طريق صغير فى الإنسان. والمآل الكبير هو الفرز فى البول إما غير متغير أو كديهيدرواسكوربات وثنائى أكسوجولانات.

وكلا الاسكوربات وديهيدرواسكوربات تُرَشحْ عند الكبيبة glomerulus ثم يعاد إمتصاصها بواسطة إنتشار مسهل غير متوقف على الصوديوم. وعندما يزيد الترشيح الكبيبى على مقدرة أنظمة النقل هذه عند تركيز بلازما للاسكوربات مابين

٥٥، ٨٥ ميكروجزيء/لتر فإن الفيتامين يفرز في البول بكميات تتناسب مع المأخوذ. وحوالي ٢٥٪ من مأخوذ الأسكوربات عادة يفرز كأكسالات وهذا يفسر ٤٠٪ من الإفراز الكلي للأكسالات في البول.



صورة (١): تفاعلات أخسدة حمض الأسكوربيك.

١ - الإختزال بواسطة مادة التفاعل. ٢- ردكتاز وحيد ديهيدرواسكوربات. ٣- إبطال تحول dismutation وحيد ديهيدرواسكوربات. ٤- ردكتاز ديهيدرواسكوربات. ٥- تميؤ غير إنزيمي.

❖ وظائف أيض حمض الأسكوربيك
metabolic functions of ascorbic acid

لحمض الأسكوربيك دوران متخصصان ومعروفان جيداً مع الإنزيمات: أيدروكسيلازات hydroxylases تحتوى النحاس وايدروكسيلازات تحتوى الحديد ومتصلة بـ ٢-اكسوجلوتارات 2-oxoglutarate. كذلك فإنه يزيد من نشاط عدد من الإنزيمات فى الزجاج *in vitro* بالرغم من أن هذا هو إختزال غير متخصص وليس إنعكاساً لوظيفة أيضية للفيتامين. بجانب أن حمض الأسكوربيك له عدد من التأثيرات المتخصصة الأقل نظراً لعمله كعامل إختزال وكابح/خامد لشق الأكسجين.

دوبامين β-ايدروكيسيلاز
dopamine β-hydroxylase

دوبامين β-أيدروكسيلاز هو إنزيم يحتوى نحاساً يشتمل نشاطه على تخليق الكاتيكولامينات catecholamines : النورأدرينالين والأدرينالين من التيروسين فى لب الكظر adrenal medulla وفى الجهاز العصبى المركزى. والإنزيم النشط يحتوى نح+ والذى يتأكسد إلى نح++ أثناء أدركسلة hydroxylation مادة التفاعل. والإختزال مرة أخرى إلى نح+ يتطلب الأسكوربات تخصيصاً والتى تتأكسد إلى أحادى ديهيدرواسكوربات.

أيدرولاز ببتيديل جليسين/أميداز α ببتيديل
peptidyl glycine hydrolase / peptidyl α-amidase

عدد من الهرمونات الببتيدية النشطة بيولوجياً لها نهاية أميد terminal amide ومجموعة الأميد تأتى من متبقى الجليسين فى الببتيد السلف وبالتحليل البروتيولي proteolysis لتترك كربوكسى جليسين نهائى. وهذا يحدث له أدركسلة hydroxylated على ذرة كربون α؛ والإيدروكسى جليسين يتكسر تكسراً غير إنزيمى ليعطى ببتيد مؤمد amidated peptide وجليوكسيلات. وهذا إنزيم يحتوى على النحاس ويتطلب الأسكوربات كمعطى للأليكترون.

أيدروكسيلازات تحتوى الحديد ومرتبطة بـ ٢- أكسى جلوتارات
2-oxoglutarate-linked, iron-containing hydroxylases

عدد من الأيدروكسيلازات المحتوية على الحديد تشترك فى ميكانيزم تفاعل عام وفيه أدركسلة مادة التفاعل ترتبط بنزع الكربوكسيل decarboxylation لـ ٢- أكسوجلوتارات. وايدروكسيلازات الليسين والبرولين مطلوبة لتحوير الكولاجين بعد تخليقه وايدروكسيلاز البرولين مطلوب أيضاً لما بعد تطوير تخليق الأستيوكالسين فى العظام ومكون $C1_q$ المكمل. ويطلب β-أيدروكسيلاز الاسبارتات لتحوير بروتين ج C بعد التخليق، بروتياز يتوقف على فيتامين ك والذى يحلمىء عامل factor V فى تجلط الدم. ويتطلب أيدرولازات ثلاثى ميثيل الليسين trimethyl lysine و γ-بيوتيروبيتان γ-butyrobetaine لتخليق الكارنتين. وبالنسبة لأيدروكسيلاز برولين ماقبل الكولاجين فأول خطوة فى التفاعل هى الهجوم على مادة التفاعل بواسطة الأكسجين ثم التكثف مع ٢- أكسوجلوتارات وإطلاق مادة التفاعل المؤدركسلة hydroxylated ونزع

الكربوكسيل decarboxylation لإطلاق السكسينات.

وهناك أكسدة للأسكوربات خلال التفاعل ولكن ليس ستويكيومتريا stoichiometrically مع نزع الكربوكسيل من ٢- أكسوجلوتارات وأدركسلة مادة التفاعل. والإنزيم المنقى نشط فى غياب الأسكوربات ولكن بعد ٥ - ١٠ ثوانى (حوالى ١٥ - ٣٠ دورة من فعل الإنزيم) يبتدىء معدل التفاعل فى النزول. وفى هذه المرحلة يكون الحديد فى موقع الحفز قد تأكسد إلى ح$^{3+}$ وهذا حفزياً غير نشط ولايعاد النشاط إلا بواسطة الأسكوربات والذى يختزله مرة أخرى إلى ح$^{2+}$. وأكسدة ح$^{2+}$ تتبع تفاعل جانبى وليست من التفاعل الرئيسى للإنزيم. ومع ذلك فالأسكوربات ضرورى لنشاط هذه الإنزيمات فى الخلية *in vivo*.

تنبيه نشاط الإنزيم بواسطة الأسكوربات فى الزجاج
stimulation of enzyme activity by ascorbate *in vitro*

ينشط الأسكوربات عدد من التفاعلات وهى فى هذا تعمل كعدد آخر من العوامل المختزلة. وقد يضاف الأسكوربات إلى وسط التحضين لإزالة فوق أكسيد الأيدروجين.

دور الأسكوربات فى إمتصاص الحديد
the role of ascorbate in iron absorption

الحديد الغذائى غير العضوى يُمْتَص كـ ح$^{2+}$ وليس كـ ح$^{3+}$ وحمض الأسكوربيك فى فجوات الأمعاء يحتفظ بالحديد فى حالة مختزلة ولكنه أيضاً يخلبه مما يساعد الإمتصاص. وجرعة من ٢٥ مجم فيتامين ج تؤخذ مع وجبة شبه مخلقة تُزيد من إمتصاص الحديد حوالى ٦٥٪ بينما جرعة ١ جم تعطى زيادة ٩ مرات. وهذا تأثير لحمض الأسكوربيك الموجود مع وجبة الإختبار وليس لإعطاء فيتامين ج عن طريق الوريد أو الإضافة عدة ساعات قبل وجبة الإختبار أى تأثير على إمتصاص الحديد. وفيتامين ج الداخلى فى الأغذية له نفس التأثير على إمتصاص الحديد وهذا ليس تأثيراً خاصاً للأسكوربات بل أن عدداً من عوامل الإختزال يعزز إمتصاص الحديد غير العضوى.

تثبيط تكوين النتروزامين
inhibition of nitrosamine formation

تتفاعل الأسكوربات فى الزجاج *in vitro* مع النتريت والمفاعلات النتروزينية nitrosating reagents لتكون أكسيد النيتريك وأكسيد النيتروز والنتروجين. وهذا قد يكون هاماً فى منع تكون النتروزامينات المسرطنة بالتفاعل بين النيتريتات والأمينات الموجودة فى الغذاء فى الظروف الحامضية للمعدة. وهذا مرة أخرى تأثير الأسكوربات الموجودة فى المعدة مع النتريتات والأمينات بدلاً من تأثير الحالة الغذائية لفيتامين ج. ولكن بينما الأسكوربات يمكنها أن تستهلك المركبات النتروزينية تحت ظروف غير هوائية فإن الموقف قد ينعكس فى وجود الأكسجين فاكسيد النيتريك يتفاعل مع الأكسجين ليكون ن$_2$أ$_3$ و ن$_2$أ$_4$ وكلاهما مفاعلان نتروزيين nitrosating ويمكنهما أيضاً التفاعل مع الأسكوربات ليكونا ن أ ووحيد ديهيدرواسكوربات وبذا يمكن للأسكوربات أن تستهلك بدون تأثير جوهرى على التركيز الكلى للأنواع النتروزينية ويبقى للتحديد إذا ماكانت

الأسكوربات لها تأثير جوهرى فى خفض خطر تكون النتروزامين والسرطنة.

إختزال شق فيتامين ئى
reduction of vitamin E radical

واحد من أهم أدوار فيتامين ئى هو كونه مصيدة للشقوق كمضاد للأكسدة على سطوح الأغشيـــــة. و α-توكوفيرول يتفاعل مع بيروكسيدات الدهن مكوناً شق α-توكوفيروكسيل α-tocopheroxyl radical وهذا يتفاعل مع الأسكوربات فى وسط مائىٰ مولداً α-توكوفيرول ومكوناً شق وحيد ديـهدرو اسكوربات الـذى ينتج أسكوربات وديهيدرواسكوربات وعلى ذلك ففيتامين ج له فعل موفر لفيتامين ئى ومضاد للأكسدة ومزاوجاً بين تفاعلات مضادات الأكسدة المحبة للدهن والمحبة للماء.

وكفاءة مضاد الأكسدة للأسكوربات تختل ويتوقع أن ٢ جزىء من شق التوكوفيروكسيل تصطاد فى كل جزىء أسكوربات لأن تفاعل ٢جزىء من وحيد ديهيدرواسكوربات يولد اسكوربات ويعطى ديهيدرواسكوربات ولكن كلما إرتفع تركيز الأسكوربات فإن النسبة الجزيئية molar ratio تنقص وعند تركيزات منخفضة جداً من الأسكوربات فإنها تميل إلى النسبة النظرية ٢ : ١. وهذا بسبب أنه بجانب دوره كمضاد للأكسدة فإنه يمكن أن يكون مصدراً لشقوق الأيدروكسيل وفوق الأكسيد superoxide.

وعند تركيزات عالية فإن الأسكوربات يمكن أن تختزل الأكسجين الجزيئى إلى فوق أكسيد superoxide وهى تؤكسد إلى وحيد ديهدرواسكوربات وعند تركيزات أقل من الأسكوربات فإن كلاً من ح^٣+ و نح^٢+ تختزل بواسطة الأسكوربات وينتج مرة أخرى وحيد ديهيدرواسكوربات. ح^٢+ و نح^(١)+ يَسّهُل إعادة أكسدتهما بالتفاعل مع فوق أكسيد الأيدروجين لتعطى أيونات أيدروكسيد وشقوق أيدروكسيل. وعلى ذلك فبجانب دوره كمضاد للأكسدة فإن له فعل حافز على الأكسدة prooxidant والنتيجة الصافية تتوقف على معدلات تكوين فوق الأكسيد superoxide وشقوق الأيدروكسيل النسبية بواسطة الأكسدة الذاتية وتفاعلات الأسكوربات المحفزة بالمعادن وصيد هذه الشقوق بواسطة الأسكوربات. وفى مزرعة الأنسجة فإن الأسكوربات له فعل سام على الخلية كنتيجة لضرر د.ا.ر.ن DNA الناشىء عن الشقوق.

الإحتياجات

المسموح والموصى به هو ٣٠ مجم/يوم ولكن ٣٠ مجم/يوم تركيز الأسكوربات فى البلازما يكون منخفضاً جداً وعند زيادة المأخوذ يرتفع تركيز البلازما حتى يصل إلى ٥٥ – ٨٥ ميكروجزىء/لتر عند مأخوذ بين ٧٠ ، ١٠٠ مجم/يوم عندما يصل إلى عتبة الكلى والفيتامين يفرز كمياً مع المأخوذ المتزايد. وفى نقطة النصف فى المنطقة العميقة من المنحنى حيث تركيز البلازما يزيد تقريباً طولياً مع المأخوذ المتزايد ففى هذه الحالة يكون إحتياطى الأنسجة كاف وتكون أسكوربات البلازما متاحة للإنتقال بين الأنسجة وهذا يتطابق مع مأخوذ مقداره ٤٠ مجم/يوم.

المحافظة على مجموع الأسكوربات فى الجسم

تظهر علامات الأسقربوط عندما يكون كل مافى الجسم من الأسكوربات تحت ٣٠٠ مجم (١,٧ ميللى جزىء) وهى تزداد مع المأخوذ وتصل إلى حد أقصى حوالى ١٥٠٠ مجم (٨,٥ ميللى جزىء) فى البالغين ٢٠مجم (٠,١١ ميللى جزىء)/كجم من وزن الجسم. ولكن هناك مايشير إلى أن ٩٠٠ مجم (٥,١ ميللى جزىء) كافٍ وهو ثلاثة أمثال أكبر من أقل مطلوب لمنع الأسقربوط والمسموح والموصى به على هذا الأساس هو ٤٠مجم/يوم.

المجموعات المعرضة لخطر نقص فيتامين ج (الأسقربوط)

النقص محتمل مع الأشخاص الذين يتناولون فاكهة وخضر بكمية صغيرة جداً. والمدخنون أكثر عرضة للنقص لأن معدل أيض الأسكوربات فى المدخنين هو مرتين أعلا منه فى غير المدخنين.

المأخوذ العالى من الأسكوربات

مأخوذ أكثر من ٨٠ - ١٠٠ جم/يوم يؤدى إلى زيادة كمية فى إفراز البول لأسكوربات غير مؤيضة مما يقترح تشبيع للأنسجة ومن الصعب أن يوصف إحتياج أكبر من مقدرة الأنسجة على التخزين.

الإستخدام الدوائى لحمض الأسكوربيك

فى دراسة نصح بجرعات فيتامين ج ١٠جم يومياً. ونفس الشىء بالنسبة لمنع وعلاج البرد. وكذلك فإن أحادى ديهيدرواسكوربات تثبط ردكتاز قر أ CoA هيدروكسى ميثيل جلوتاريل hydroxymethyl glutaryl CoA reductase مما ينتج عنه خفض فى تخليق الكوليسترول. ومأخوذ عالٍ من الأسكوربات قد يكون له فعل يؤدى إلى تدنى كوليسترول الدم hypocholesterolaemic.

أمان المأخوذ العالى

يأخذ بعض الناس ١-٥جم/يومياً من فيتامين ج وليس هناك أى تأثير سام جوهرى لهذا فتركيز البلازما من الأسكوربات عندما يصل إلى عتبة الكلوة فإنه يفرز كمياً تقريباً.

وحتى ٥٪ من المجموعة هى فى خطر من تكون حصاوى الأكسالات فى الكلى ويعمل فى هذا كل من الأكسالات المأخوذة والمكونة داخلياً من أيض الأسكوربات والجليسين، ٤٠٪ من أكسالات اليوريا يأتى من حمض الأسكوربيك. ومقدرة الأيض الهدمى للأسكوربات محدودة وعند مأخوذ عالٍ فإن نسبة أقل كثيراً من الأسكوربات المأخوذة يؤيض إلى أكسالات. وعلى ذلك فإنه من غير المتوقع أن مأخوذاً عالياً من الأسكوربات هو مصدر لأكسالات إضافية فى معظم الناس. ومع ذلك فبعض المرضى المصابين بحالات حصاوى الأكسالات المتكررة يفرزون أكسالات جوهرياً أعلا بعد التحميل بالأسكوربات وفى هذه الحالة فإن جرعات عالية من الأسكوربات هى عامل خطر جوهرى عليهم.

(Macrae)

فيتامين د/كولكالسيفيرول
vitamin D/cholecalciferol

كولكالسيفيرول (٩،١٠-سيكو (٥ ى Z ٧ ئـى E)- ٥،٧،١٠(١٩) كوليستاترين ٣-β-أول)
(9,10-seco (5 Z, 7 E)-5,7,10 (19)-cholestatrien-3-β-ol)

ويشار اليه عادة بفيتامين د٣ D_3 هو إبر متبلرة بيضاء وهو قابل للذوبان فى الدهون ولايذوب فى الماء ولكن يذوب فى المذيبات العضوية خاصة الأيدروكربونات والأيدروكربونات المكلورة والكحُولات. وقريب منه أرجوكاليسيفيرول (٩، ١٠- سيكو (٥ ى Z ٧ ئـى E)-٥، ٧، ١٠ (١٩)، ٢٢ إرجوستا رباعى إين-٣-β-أول)
(9, 10-seco (5 Z, 7 E)-5, 7, 10 (19), 22 ergostatetraene-3-β-ol)

وهو فيتامين د٢ D_2 وهو مشابه للكوكالسيفيرول فيزيقياً وكيماوياً وتغذوياً. والمصطلح فيتامين د vit. D يعنى كلاً من الكولكالسيفيرول والأرجوكاليسيفيرول مع أى مشابه وأيضات نشطة. والجدول (١) يعطى خواصها.

جدول (١) الخواص الفيزيقية للكاليسفيرولات.

الخاصية	كولكالسيفيرول	إرجوكالسيفيرول
الوزن الجزيئى	٣٨٤،٦٢	٣٩٦،٦٣
نقطة الإنصهار	٨٥ – ٨٤	١١٨ – ١١٥
λ قصى (نانومتر)	٢٦٤،٥	٢٦٤،٥
معامل الخفض $E^{1\%}_{1سم}$ فى هكسان extinction coefficient $E^{1\%}_{1cm}$ in hexane	٤٨٥	٤٥٩
الدوران الضوئى فى الكلوروفورم	+٥٢°	+٥٢°

الخواص الكيماوية chemical properties

كولكالسيفيرول يوضح بمصطلحات التسمية الستيرويدية steroid وكذلك النمر. فالبادئة ٩،١٠ سيكو 9,10 seco مضافة لتبين شق الرابطة وفتح تركيب الحلقة الستيرويدية وهى هيئة ضرورية لإعطاء نشاط مضاد للكساح rachitic. وهذا الإشتقاق يشجعه الأشعة فوق البنفسجية (ش.ب UV) للمركب السلف ٧ ديهيدروكوليسترول 7-dehydrocholesterol (سلف فيتامين د٣) والذى يوجد فى الجلد أثناء التعرض للشمس. وسليف فيتامين د٣ previtamin D_3 يتحول بتوازن متوقف على درجة الحرارة إلى فيتامين د٣ D_3. وهذه العملية تحتاج أن يحدث له أدركسلة hydroxylation تنافس تقسيمه أصلاً كفيتامين وهو يعتبر بطريقة أدق الآن سلف هرمون prohormone. وأى متماثل homologue له نشاط مضاد للكساح يشار إليه بأنه فيتامين د. وكل من عدة المركبات التى تشارك فى هذه الخاصية لها إستجابة فريدة ومختارة بيولوجية (الصورة ١). وهيئة التركيب العامة بين هذه المركبات هى ال β كيمياء مجسمة stereochemistry β لبديل ٣-ايدروكسى وتكوين رابطة مزدوجة سيس عند ذرة الكربون ٥. وبينما الإستبدال عند إيدروكسى-٣ لايبدو أن له تأثير كبير على النشاط البيولوجى فإن هيئات تركيبية أخرى مثل تكوين الحلقة أ ring A وطول السلسلة الجانبية يظهر أنها أكثر حرجاً. وبينما التعديلات فى السلسلة الجانبية ينتج عنها نشاط مختلف فإن فيتامينات د٢ D_2، د٣ D_3 هى الهامة علاجياً وتجارياً ويحصل عليها عادة

بالإستخلاص من الزيوت الطبيعية أو من التخليق الكيماوى.

صورة (١): التركيب الكيماوى للكولكالسيفيرول (فيتامين د٣) مبيناً نظام تغير الكربون ومنه الكالسيفيرولات المتصلة بسلاسل جانبية مختلفة بمافيها أرجوكالسيفيرول (فيتامين د٢).

ومن المعتاد التعبير عن تركيز فيتامين د فى الأغذية بالوحدات الدولية (و.د iu) بدلاً من على أساس الوزن (١ و.د iu = ٠,٠٢٥ ميكروجرام من أى من الكالسيفيرول).

والكولكالسيفيرول ثابت لعدة سنوات تحت ظروف حرارية منخفضة وكيماوية ضوئية ومؤكسدة. ولكن عندما يضاف للأغذية ويعرض للعمليات الصناعية فإن التكسير يأخذ مكانه. والضوء (ش.ب UV) يحدث فقد كبير خلال إنتاج مواد غير نشطة مثل toxisterol توكسيستيرول وسوبراستيرول وليوميستيرول وتاكيستيرول فى عملية تسرع بالحرارة (الصورة ٢). ودرجات حرارة الطبخ فوق ١٠٠°م حتى فى غياب الضوء والهواء تحدث تشابهاً isomerization خلال قفل الحلقة إلى بيروكولكالسيفيرولات pyrocholecalciferols. والكولكالسيفيرول حساس أيضاً لأرقام جيد منخفضة وإذا عرض لبيئة حمضية يعاد ترتيبه بطريقة غير عكسية إلى مشابه تاكيستيرول isotackysterol غير نشط خلال المشابه ٥، ٦ ترانس (الصورة ٣). وهذه التفاعلات معقدة وتحدث إلى مدى تحدده البيئة التى يوجد فيها الكولكالسيفيرول. والتفاعلات تشمل تعديلات فى تركيب الحلقة وبالتالى تؤثر على الأرجوكاليسفيرول وغيره من فيتامينات د بشكل مشابه. والإرجوكالسيفيرول أقل ثباتاً عن الكولكالسيفيرول وربما أن الرابطة المزدوجة فى السلسلة الجانبية للإرجوكالسيفيرول تعطيه بعض الحساسية الإضافية.

والفقد أثناء التخزين يحدث فى الأغذية ويختلف كثيراً فى أنواع الأغذية وظروف التخزين ويقلله درجات الحرارة المنخفضة وغياب الضوء والتعبئة تحت فراغ أو نتروجين. والأغذية التي تحتوى فيتامين ئى أو مضاف إليها أى مضاد أكسدة ذائب فى الدهون مثل فيتامين ئى وكذلك الكاروتينويدات تحافظ على كولكالسيفيرول.

صورة (٣): التفاعلات الكيماوية الضوئية للكولكالسيفيرول. والإرجوكالسيفيرول يحدث له تفاعلات مشابهة.

الوجود والأشكال فى الأغذية

occurrence & forms in foods

معظم الأغذية الطبيعية محدودة فى إحتوائها على مكونات فيتامين د النشط. ٧-ديهيدروكوليسترول (سلف فيتامين د٣) والإرجوستيرول (سلف فيتامين د٢) يوجدان فى المملكتين الحيوانية والنباتية ويمدان الإنسان بمصدر لفيتامين د ويتوقف على نشاط المرء فى التعرض للشمس كما أن سلف الفيتامينات موجود بكثرة فى السمك والبيض والخميرة والكبد واللبن وبعض الخضروات كعيش الغراب والكرنب. وفيتامين د نفسه يوجد بمستويات منخفضة فى بعض الأغذية الحيوانية غير المقواه ويوجد بكثرة فى السمك البحرى وزيوت كبد السمك بينما اللحم واللبن والبيض تحتوى كميات أقل والنباتات والزيوت النباتية تحتوى مستويات يمكن إهمالها (الجدول ٢).

وبجانب ذلك فإن سليف مشابهات فيتامين د previtamins توجد عادة مع الكولكالسيفيرول والإرجوكاليسيفيرول وتركيزاتها تتناسب مع الكالسيفيرولات وتتأثر بالظروف الحرارية أثناء معاملة الأغذية والتخزين فإرتفاع درجة الحرارة يزيد من نسبة سليف الفيتامين : فيتامين. ولو أن سليفات الفيتامين مولدات نشطة بيولوجياً فإنها لاتحسب فى الجداول التغذوية نظراً لصعوبات فى تقديرها.

وبعض الأغذية تحتوى كميات صغيرة ولكن جوهرية من أيضات مؤدركسلة hydroxylated وهذه المركبات نشطة حيوياً جداً وتوجد فى الأنسجة المأكلة (لحم وكبد) والسوائل (لبن) كنتيجة لتخليقها الحيوى فى الحيوان الحى. والمركبات السائدة والهامة بيولوجياً هى ٢٥-أيدروكسى فيتامين د و ٢٥،١-ثنائى أيدروكسى فيتامين د وكذلك أيضات ثلاثى أيدروكسى.

الإستخدام فى تقوية الأغذية

يحتاج الشخص إلى ١٠ ميكروجرام/يوم (٤٠٠ و.د IU) فيتامين د ويمكن الحصول على زيادة من زيوت سمك مركز بها الفيتامين أو من أغذية مقواه.

جدول (٢): محتوى فيتامين د فى مختلف الأغذية.

المنتج الغذائى	محتوى فيتامين د فى الجزء المأكلة (ميكروجرام/١٠٠جم)[أ]
زيوت كبد السمك	١٥٠ – ٣٨٠٠
السمك	٢ – ٣٠
صفار البيض	٥ – ٨
عيش الغراب	١ – ٣
كبد الثدييات	٠,٥ – ٤
الزبد	١,٥ – ٢
اللحم	٠,٢ – ٢
الجبن	٠,١ – ١
لبن طازج كامل سائل	٠,٠٥ – ٠,١٥
خضروات خضراء	٠,٠٠٥ تقريباً
أغذية مقواة	
تركيبة (على أساس اللبن والصويا)	٣ – ١٤
مساحيق لبن كامل	٦ – ١٢
مرجرين	٨ – ١٠
تركيبة للأطفال	٥ – ٩
لبن سائل	٠,٧٥ – ١,٢٥

أ : للتحويل إلى و.د IU / ١٠٠ جم إضرب فى ٤٠.

بيروكولكالسيفيرول

مشابه بيروكولكالسيفيرول

>١٥٠°م

يد

أيد

كولكالسيفيرول

مشابه كولكالسيفيرول

تشابـــه

يدأ

أيضات

حمض

٦،٥-ترانس-
كولكالسيفيرول

٢٥-أيدروكسى
كولكالسيفيرول

مشابه
تاكيستيرول٣

٢٥،١-ثنائى أيدروكسى-
كولكالسيفيرول

صورة (٣): تفاعلات تكسير الكولكالسيفيرول الرئيسية فى الأغذية.

وعـادة كولكالسيفيرول هـو الفيتـامين المسـتخدم حيث يستخدم الإرجوكالسيفيرول بدرجة أقل فـي تغذية الإنسان وهى حساسة وكارهة للماء. ولكنـه يضاف للمرجرين واللبن ومسحوقات اللبن وبعض منتجات الحبوب فيمكن إذابة الكولكاسيفيرول فـي الأغذية الدهنية وعادة يضاف فيتـاميني د D ، A أ (ريتينول) ويضاف مضاد أكسـدة فينـولي (مثـل ٣- أيدروكسـي أنيسـول البيوتيلـي (أ.أ.ب BHA). والتوكوفيرول فـي نفس الوقـت. وفـي الأغذيـة المسحوقة يضاف ككبسولات محميـة بالجيلاتين أو صمـغ عربـي ومعهـا مثبتـات. والخلـط المبتـل يخلط الفيتامين بالغذاء والبيئة يجب أن تقلل إلى أقل حد ممكن تكسير الكولكالسيفيرول المضاف.

الفسيولوجي physiology

إن أهم أيضة نشطة بيولوجياً من فيتاميـن د هـي ١α، ٢٥-ثنائي‌أيدروكسي فيتامين د٣ (١، ٢٥ (أيد)٢ د٣) 1α,25-dihydroxy vitamin D_3 (1,25 $(OH)_2$ D_3) وهـو يخلـق مـن سلفه أو مولـده أو شـكل سـلف الهرمـون فيتـامين د٣. وفسيولوجيا ١، ٢٥ (أيـد)٢ د٣ يلعب دوراً فـي الإستتباب المعدنـي وكذلـك فـي تكـون العظـام osteogenesis وتعديـل إسـتجابة المناعة ووظائف البنكرياس والعضلات وتميـز نمـو خلايا البشرة ونسيج مكـون الدم haemopoietic. و ١، ٢٥ (أيـد)٢ د٣ يتحـد متخصصاً مـع مستقبـلات نووية لها ميل شديد. ومعقد المستقبل-الستيرويدى يتفـاعل مـع متتابعـات د.أ.ر.ن DNA المنظمـة سيس *cis* لتؤثر فـي حث أو كبح جينـات حساسـة للهرمون.

وفيتـامين د يجـب أن يحـدث لـه أدركسلـة hydroxylation عنـد ذرتـي الكربـون ك١ وك٢٥ وعنـد التعـرض للضـوء فـإن الإحتيـاطي الجلـدى البشـرى مـن سـلف فيتـامين د٣ (٧- ديهيدروكوليسـترول 7-dehydrocholesterol) يحلل ضوئياً إلى سليف فيتامين د٣ previtamin D_3 والذى يحدث له تشابه خلال إعـادة ترتيب كيماوية غير ضوئية لإنتاج فيتامين د٣ بمعـدل تُمْلية درجة حرارة الجلد. وأثناء التعرض لمـدة طويلـة للضـوء فـإن سـليف فيتـامين د٣ يُشَّبَه ضوئيـاً photoisomerized إلى سـتيرولين خـاملين بيولوجيـاً : ليوميستيرول وتاكيستيرول وبـذا يمنـع تراكم زائد لسليف فيتامين د٣.

الإمتصاص absorption

تعمـل أمـلاح الصفـراء فـي الأمعـاء فـي إمتصـاص فيتـامين د مـن الغـذاء. وفـي الفـأر والإنسـان فـإن إمتصاص فيتامين د بواسطة خلايا البشرة المعويـة يحدث خلال النظام (اللبنى) lacteal إلى نقيطـات اللنف الدهنى/دقـائق كيلوسية chylomicrons وبعد ذلك إلى مجرى الدم.

النقل transport

بروتين متخصص يعرف بإسم بروتين ربط فيتامين د (ب.ر.د DBP) يتوسط فـي نقل فيتامين د٣ الآتـي إما من التخليق الحيوى الضوئـي فى الجلد أو من مصادر غذائية خلال الدم. وهو بروتين من نوع α- جلوبيولـين ولـه وزن جزيئـي ٥٨٠٠٠ دالتـون فـي الإنسان.

التخزين storage

أهم أماكن التخزين لفيتامين د ، ٢٥(أ يد) د٣ فى الإنسان هى النسيج الدهنى وأنسجة العضلات. والدم يحتوى على أعلا تركيز لفيتامين د بالنسبة للأنسجة الأخرى.

الأيض الكبدى لفيتامين د٣
hepatic metabolism of D_3

فيتامين د الذى يصل إلى الكبد بواسطة ب.ر.د DBP ينشط أيضياً بأدركسلة إجبارية عند ذرة الكربون ٢٥ ليعطى ٢٥ (أيد) د٣ 25 (OH) D_3 وهو يمثل الجزء الرئيسى للفيتامين الدائر circulating وفعل الإنزيم يوسط بأكسيجيناز(ات) ذات وظائف مختلطة تعرف بإسم أيدرولاز فيتامين د٣ vitamin D_3-hydrolase توجد فى ميكروزومات microsomes الكبد وفى السبحيات.

الأيض الكلوى لـ ٢٥ (أيد) د٣
renal metabolism of 25 (OH) D_3

فى الكلوة التى تعمل كغدة هرمونية لفيتامين د يحول الـ ٢٥ (أيد) د٣ بأدركسلة عند ذرتى الكربون ١ أو ٢٤ ليكون ٢٥،١ (أيد)٢ د٣ أو ٢٥،٢٤ (أيد)٢ د٣ بالتتابع. والأدركسلة عند الموقع α١ يحفزه ٢٥-أيدروكسى فيتامين-د٣-١ α أيدرولاز (١-ايدروكسيلاز 1-hydroxylase) والذى يوجد فى سبحيات الأنيبيات الأدنى/الأقرب mitochondria of the proximal tubules للكلوة. والإنزيم هو أكسيداز مختلط الوظيفة يتكون من ثلاثة بروتينات ردكتاز-فيريدوكسين كلوية وفيريدوكسين كلوى وسيتوكروم ب-٤٥٠ P-450. وكلها مكونات أساسية فى غشاء السبحيات: الإثنان الأولان يعملان فى نقل الاليكترونات من الشكل المختزل لفوسفات نيكوتيناميد أدينين ثنائى النيوكليوتيد (ف.نك.أ.ثنا.نو.يد NADPH) إلى سيتوكروم ب-٤٥٠ P-450 الذى يعطى موقع ربط مادة التفاعل وموقع الحفز الذى يختزل جزىء أكسجين لإعطاء ماء ومجموعة أيدروكسيل التى تنتقل إلى مادة التفاعل ٢٥ (أيد) د٣ عند موضع الاستريو المتخصص.

والـ ٢٤-ر 24-R أيدرولاز هو أيضاً أكسيجيناز مختلط الوظيفة ومسئول عن أدركسلة -٢٤ لـ ٢٥ (أيد) د٣ فى الكلوة. وبخلاف هذه الأيضات الثلاث الهامة فإن ٣٣ أيضة لفيتامين د٣ عزلت وحددت كيماوياً.

تنظيم أيض فيتامين د
regulation of vitamin D metabolism

تنظيم تكوين ٢٥،١ (أيد)٢ د٣
regulation of 1,25 $(OH)_2$ D3 formation

التخليق الحيوى الكلوى لـ ٢٥،١ (أيد)٢ د٣ 1,25 $(OH)_2$ D_3 يظهر أنه المحدد المفتاح فى تنظيم أيض فيتامين د٣. وتنظيم نشاط ١ α-أيدروكسيلاز 1α-hydroxylase ومايتبع ذلك من إنتاج ٢٥،١ (أيد)٢ د٣ يتوقف على ثلاثة عوامل:
١- مستويات ٢٥،١ (أيد)٢ د٣ فى البلازما.
٢- هرمون الغدة جنبدرقية parathyroid (هـ.غ.ج PTH). ٣- تركيزات الكالسيوم والفوسفور فى السيرم.

والمفتاح المعدل لنشاط ٢٥ (أيد) د٣-١-أيدروكسيلاز 25 (OH) D_3-1-hydroxylase هو

حالة ١، ٢٥ (أيد)٫ د٣ في الحيوان نفسه. فعندما تكون مستويات ١، ٢٥ (أيد)٫ د٣ منخفضة فإن تخليق ١، ٢٥ (أيد)٫ د٣ تكون في أقصاها بينما إنتاج ٢٤، ٢٥ (أيد)٫ د٣ يصبح بحيث يمكن إهماله. ولكن عندما تكون مستويات ١، ٢٥ (أيد)٫ د٣ الدائرة عالية أو مع الإضافة الخارجية لـ ١، ٢٥ (أيد)٫ د٣ فإن الموقف ينعكس.

ومنظمان هامان آخران لـ ٢٥ (أيد) د٣-α-أيدروكسيلاز هما أيونات الكالسيوم (كا$^{2+}$) و هـ.غ.ج PTH. وتحت ظروف إنخفاض الكالسيوم في الدم hypocalcaemia في الحيوان الصحيح فإن نشاط إنزيم ٢٥ (أيد) د٣-١-أيدروكسيلاز يرتفع وينكبح ٢٥ (أيد) د٣-٢٤-أيدرولاز. وينعكس هذا في حالة إرتفاع الكالسيوم في الدم hyperglycaemia. وتنشيط إنخفاض الكالسيوم لإنتاج ١، ٢٥ (أيد)٫ د٣ يتوسط فيه هـ.غ.ج PTH. فعند ظروف كالسيوم سيرم منخفض فالغدد الجنبدرقية وهي تعمل في هذه الحالة كمحسات لأيونات كا$^{2+}$ تفرز هـ.غ.ج PTH أكثر. وإفراز هـ.غ.ج PTH المطلق ينشط ٢٥ (أيد) د٣-١- أيدرولاز ويقلل نشاط ١، ٢٥ (أيد) د٣-٢٤-أيدرولاز. بجانب أن ١، ٢٥ (أيد)٫ د٣ ، ٢٤، ٢٥ (أيد)٫ د٣ تعمل في تغذية خلفية للتوسط modulate و/أو خفض إفراز هـ.غ.ج PTH.

الأيض الهدمي والإفراز
catabolism & excretion

الأيض الهدمي الأيض لـ ١، ٢٥ (أيد)٫ د٣ للسيكوتيرويدات الأكثر قطبية more polar seco-steroids يشتمل على تفاعلات كيماوية مختلفة من بينها الإنشقاق التأكسدي للسلسلة الجانبية. والدراسات في الإنسان بينت أن مشتقات الجلوكورونايدات لـ ١، ٢٥ (أيد)٫ د٣ تزال في البراز بعد إعطاء ١، ٢٥ (أيد)٫ د٣ معلم بالإشعاع.

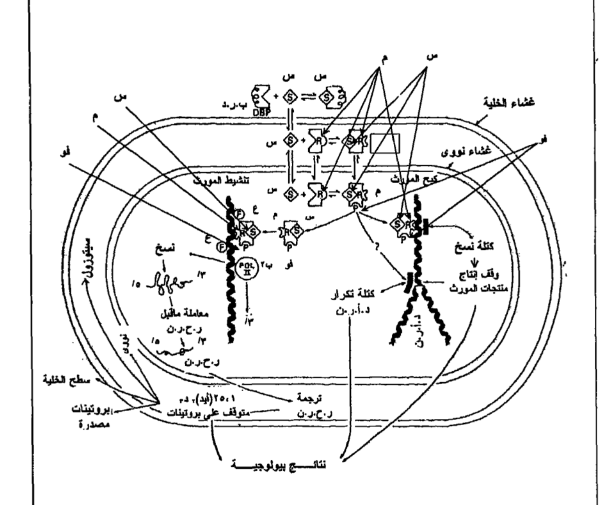
بدائل ١، ٢٥ (أيد)٫ د٣
analogues of 1,25 $(OH)_2$ D_3

بدائل الفلور مثل ٢٤ ر-فل-١، ٢٥ (أيد)٫ د٣ و ٢٤، ٢٤-ثنائي فلورو-٢٥-أيدروكسي-فيتامين د٣ و ٢٤، ٢٤-ثنائي فلورو-١، ٢٥-ثنائي أيدروكسي فيتامين د٣ لها نشاط بيولوجي.

الفعل الهرموني لـ ١، ٢٥-ثنائي أيدروكسي فيتامين د٣
hormonal action of 1,25-dihydroxy vitamin D_3

يعمل فيتامين د أساساً لتنظيم الإستتباب للكالسيوم والفسفور في كل الفقريات والفعل الاستيرويدي لـ ١، ٢٥ (أيد)٫ د٣ يتوسط بواسطة مستقبلات داخل الخلايا لها ميل شديد والتي تقع في نواة الخلايا المستهدفة target cells. وربط الهرمون ١، ٢٥ (أيد)٫ د٣ إلى مستقبله ينتج عنه تنشيط المستقبل، ومعقد الهرمون-مستقبل يتفاعل بعد ذلك مع معادن متتابعة تعمل كسيس حمض دي أكسي ريبونيوكليك (د.ا.ر.ن DNA) خاصة with specific *cis*-acting deoxyribonucleic sequence elements وتعرف بمعادن الإستجابة الهرمونية (ع.ج.هـ HREs) وهذا التفاعل ينتهي إما بحث أو كبح مورثات مستهدفة (الصورة ٤).

وعدد من المورثات genes إما تعمل في تنظيم لأعلا أو لأسفل بواسطة ١، ٢٥ (أيد)٫ د٣ (الجدول ٣).



أ- طرق المفاضلة ← خلايا معوية ، خلايا العظام ، خلايا مناعة ، خلايا جلد ، ... الخ.

ب- طرق التكثير ← خلايا سرطان كتلة تكرار د.أ.ر.ن DNA وتدفق كا$^{2+}$.

ج- طرق التقدم ← التعبير المؤقت عن المورثات تكوين الجنين embryogenesis.

د- الإستتباب/نقل الكالسيوم والفوسفور.

صورة (٤): نموذج مقترح لآلية نشاط الهرمون الستيرويدى ٢٥،١ (أيد)٢ د٣.

ب.ر.د DBP: بروتين رابط لسيرم فيتامين د ؛ س S: ٢٥،١ (أيد)٢ د٣ ستيرويدى ؛ م R: مستقبل ؛ فو P: فسفـــرة ؛ ع F: عـامل النسـخ ؛ د.أ.ر.ن DNA: حمـض دى أكسـى ريبونيوكليبـك ؛ ر.ح.ر.ن mRNA: رســول حمــض ريبونيوكلييك ؛ ب٢ POLII: بوليماريز ٢ حمض ريبونيوكلييك موجهة بواسطة د.أ.ر.ن DNA.

جدول (٣): تقسيم بعض المورثات المنظمة بواسطة ١، ٢٥ (أيد)٢ د٣.

المورثات المنظمة
الإستتباب المعدني: كالبيندين-ك٢٨د وكالبيندين-ك٩د وأنهيدراز الكربونيك والفوسفاتاز القلوي والميتالوثيونين تنظم إلى أعلا.
العظم: أوستيوكالسين ينظم إلى أعلا.
الشبكة الخلوية الخارجية: شبكة بروتين جلا والفيبرونيكتين والأوستيونيكتين تنظم إلى أعلا بينما الكولاجين نوع ١ ينظم إلى أسفل.
سطح الخلية: ٦٢ د٣ تفريق المستضادات ماك١ ومستقبلات فج ومستقبل ج٣ (class II MHA) Ia تنظم إلى أعلا.
إنتاج جلوبيولين المناعة: IgM و IgG ينظمان إلى أسفل.
عوامل النمو: انترلوكين ١ ومستقبلات EGF وعامل نمو مُحَوِل وعامل التنكرز necrosis للأورام α تنظم إلى أعلا بينما انترلوكين ٢ و٣ و γ انترفيرون ينظم إلى أسفل.
بروتين كروموزمي: هستون هـ٤ ينظم إلى أسفل.
الفسفرة: كيناز البروتين ج ينظم إلى أعلا.
هرمونات ببتيدية: برولاكتين والهرمون المنشط للثيروتروبين ينظمان إلى أعلا بينما هرمون ماقبل الجنبدرقية والكالسيتونين ينظمان إلى أسفل.
تخليق حيوي لعديد الأمين: ديكربوكسيلاز الأورنيثين وناقل خلات-ن-اسبرميدين ينظمان إلى أعلا.
مورثات سبحية: سينثتاز أ.ثلا.ف ATP وأكسيداز السيتوكروم ١ و ٣ ينظمان إلى أعلا.
تخليق الميلانين: تيروسيتاز ينظم إلى أعلا.
أيض الدهون: ناقل ثنائي أسايل جليسرول أسايل ينظم إلى أعلا.
نشاط الكولينرجيك: ناقل أستيل الكولين ينظم إلى أعلا.
النيوكليوتيدات الحلقية: سيكلاز (المدور) أودينيلات adenylate cyclase ينظم إلى أسفل.
أيض فيتامين د٣: ٢٥ (أيد) د٣-١-α- ايدروكسيلاز ينظم إلى أسفل بينما ٢٥ (أيد) د٣-٢٤-ايدروكسيلاز ينظم إلى أعلا.

والمورث الحساس لـ ١، ٢٥ (أيد)٢ د٣ الذي درس أكثر من غيره على المستوى الجزيئي هو المورث أوستيوكالسين osteocalcin الخاص بالعظم والذي ينظم إلى أعلا جينياً/نسخياً بواسطة ٢٥،١ (أيد)٢ د٣ (الجدول ٣).

والتنسيل cloning والتتابع للمستقبل المتكامل لـ د.ا.ر.ن DNA لفيتامين د٣ للطيور والفأر والإنسان تبين مشاكلة تتابع كبيرة بين مستقبلات فيتامين د ومستقبلات الهرمونات الستيرويدية أو الدرقية. والمستقبل بروتين حساس ذائب يترسب في تدرج ملح-سكروز عالي على ٣,١ - ٣,٧ س (٥٢٠٠٠ - ٦٠٠٠٠ دالتون). وهو يربط ٢٥،١ (أيد)٢ د٣ مع ميل شديد (ثد ١-٥٠ × ١٠-١١ جزيئي $(K_D, 1 - 50 \times 10^{-11}$ M). وتوزيع مستقبل ٢٥،١ (أيد)٢ د٣ في مختلف الأنسجة حُدِدَ بإستخدام أجسام مضادة أحادية النسيلة monoclonal ضد مستقبلات الفأر والإنسان.

وتركيبياً مستقبل ١، ٢٥ (أيد)٢ د٣ يتكون من حقلين ذى وظيفتين متميزتين منظمتين إلى حقل ربط ligand مهيىء قرب النهاية لـ C-terminus للمستقبل، ومنطقة ربط د.ا.ر.ن DNA نحو النهاية ن N-terminus وبينهما منطقة مُفَصَّلَة hinge region. ومنطقة ربط د.ا.ر.ن DNA تحمل متبقيات سستئين والتى تشكل فى "أصابع" ربط إثنين من د.ا.ر.ن DNA ربما بالتناسق مع أيونات الزنك خ++ وهو مايُعْهَد فى مستقبلات الهرمونات الستيرويدية مثل هرمون الغدة الدرقية والجلوكورتيكويدات والايستروجين والبروجستيرون وحمض الريتينويد ...الخ. والنهاية ن من المستقبل تحتوى أحماضاً أمينية مفرطة التغيير hypervariable ومتتابعات عبر منشطة transactivating sequences.

❖ وظائف فيتامين د functions of vitamin D

أنسجة هدف تقليدية

classical target tissues

فى هذه الأنسجة مثل الأمعاء والعظام والكلى ٢٥،١ (أيد)٢ د٣ كثيراً مع هـ.غ.ج PTH يعمل على تنظيم الإستتباب للمعادن بحيث أن مستويات الكالسيوم والفسفور يحافظ عليها فى مدى فسيولوجى يمكن أن يدعم معدنة العظام طبيعياً.

وفى الأمعاء ينشط ٢٥،١ (أيد)٢ د٣ أساساً النقل النشط للكالسيوم كا++ والفسفور غير العضوى فو.غ Pi خلال آليات تشمل كالبيندين د calbindin D. وكالبيندين د قد يكون له علاقة بحماية الخلية – كمنظم – ضد تدفقات كبيرة من كا++ تنتج عن النقل النشط المحث بواسطة ٢٥،١ (أيد)٢ د٣. كما أنه ينشط النقل السريع (٢ – ٤ق) للكالسيوم خلال عملية متوسطة بمستقبل ومستقلة عن تنشيط مورث. ويعمل ٢٥،١ (أيد)٢ د٣ مع هـ.غ.ج PTH لتعزيز إعادة إمتصاص الكلى للكالسيوم بجانب تنظيم تخليقه الحيوى لنفسه بتثبيط تغذية خلفية لـ ١ – أيدروكسيلاز الكلوى.

الأنسجة الهدف غير التقليدية

non-classical target tissues

هرمون ٢٥،١ (أيد)٢ د٣ يشجع تفاضل differentiation الخلايا فى نظام مكون الدم haemopoietic. وربما نفع هذا كعلاج للوكيميا leukaemia وهو يعمل كوسط صناعى ينظم الأداء الوظيفى للخلايا المتعلقة بإستجابة المناعة.

وإنتاج الأنسولين بواسطة البنكرياس يتأثر بحالة فيتامين د وذلك أن إفراز الأنسولين المتبلد blunted وإحتمال الجلوكوز الضعيف impaired glucose tolerance الذى يلاحظ فى حالات نقص فيتامين د تصحح بالمعاملة بفيتامين د٣ و/أو ٢٥،١ (أيد)٢ د٣.

الإحتياجات الغذائية لفيتامين د

التعرض للشمس بطريقة منتظمة تحدد الحالة التغذوية لفيتامين د فى الإنسان. وتتأثر الإحتياجات أيضاً بالتكوين الغذائى للفسفور غير العضوى والكالسيوم والسن والجنس وصبغات الجلد. وحيث أن الكساح يلاحظ فى الأطفال فإن هيئة الأغذية والزراعة وهيئة الصحة العالمية توصى بـ ٤٠٠ وحدة دولية/يوم للأطفال حتى سن ٦ سنوات وبعد ذلك ١٠٠ وحدة دولية/يوم.

حالات مرضية متصلة بفيتامين د

disease states related to vitamin D

فى الإنسان فإن الأمراض المتصلة بفيتاميـن د يمكن أن تنتج بسبب: ١- تغير الإتاحة لفيتامين د، ٢- تغير تحويل الكبد لفيتامين د٣، ٣- أيض الكلى لـ ٢٥ (أيد) د٣، أو ٤- إختلافات إستجابة العضو النهائى لـ ١، ٢٥ (أيد)٢ د٣.

الإضطرابات الكلوية renal disorders

الفشل الكلوى المزمن يتميز بتأثر إنتاج الكلى لـ ١، ٢٥ (أيد)٢ د٣ وسوء إمتصاص معوى للكالسيوم يمكن أن يؤدى كثيراً إلى فوضى فى أيض الهيكل ونشاط الغدة جنبدرقية hyperparathyroidism العالى وهذه الأعراض تتحسن بإعطاء ١، ٢٥ (أيد)٢ د٣.

الكساح المقاوم لفيتامين د

vitamin-D-resistant rickets

يتميز هذا المرض بتسرب الفوسفات الأول فى الكلوة وتشوه هيكلى ونقص فوسفات الدم hypophosphatemia ويمكن علاجه بإعطاء فوسفات و ١، ٢٥ (أيد)٢ د٣ عن طريق الفم.

الكساح المعتمد على فيتامين د

vitamin-D-dependent rickets

ويقسم إلى: نوع "١" ويعتقد أنه ينتج عن خطأ يولد مع المولود فى إنزيم ١-ايدروكسيلاز. ومظاهره تشمل نقص الكالسيوم والفوسفات فى الدم وعوارض أخرى ويمكن علاجه بجرعات من فيتامين د٣ أو جرعات صغيرة من ١، ٢٥ (أيد)٢ د٣.

أما النوع "٢" فينتج عن طفرات فى المورث المستقبل مسئولة عن مستقبلات ناقصة فى الأطفال المصابين بكساح من نوع "٢" والأعراض معدنة ناقصة للعظام ونقص إمتصاص الكالسيوم فى الأمعاء ونقص الكالسيوم فى الدم وزيادة مستويات ١، ٢٥ (أيد)٢ د٣ فى السيرم. وطفرة فى المستقبل المورث الستيرويدى ينتج عنه فقد فى النشاط الوظيفى يظهر فقط فى حالة مستقبل فيتامين د فهو فريد فى هذا المجال.

أمراض الجنبددرقية

disease of parathyroid

نقص نشاط جنيبات الدرقية hypoparathyroidism: يظهر نقص الكالسيوم فى الدم ويُصلَح بجرعات كبيرة من فيتامين د أو جرعات فسيولوجية من ١، ٢٥ (أيد)٢ د٣.

فرط نشاط جنيبات الدرقية hyperparathyroidism: مستويات أعلا من ١، ٢٥ (أيد)٢ د٣ وزيادة فى إمتصاص الكالسيوم من الأمعاء وداء الحصى الكلوى nephrolithiasis هى مظاهر مثالية لهذا الإضطراب.

قصور مجاورات الدرق الكاذب pseudohypoparathyroidism: ينتج عن حالة مقاومة لـ هـ.غ.ج PTH. والحالات غير الطبيعية الكيموحيوية هى نقص الكالسيوم فى الدم وفرط فوسفات الدم وإرتفاع هـ.غ.ج PTH فى السيرم وإنخفاض مستويات ١، ٢٥ (أيد)٢ د٣.

إضطراب العظام disorder of bone

نقص فيتامين د يظهر ككساح في الأطفال ولين العظام osteomalacia في البالغين. ونقص الكالسيوم في الدم ونقص الفوسفات في الدم وزيادة الفوسفاتيز القلوي ونقص مستويات ٢٥،١ (أيد) د$_3$ هي بعض الظواهر الكيموحيوية غير العادية وكلها يمكن علاجها بإعطاء فيتامين د.
(Macrae)

فيتامين ك vitamin K

المركبات الطبيعية التي لها نشاط فيتامين ك بها مجموعة ٢-ميثيل-٤،١ نافتوكينون ولكنها تختلف في تركيب السلسلة الجانبية عند الموضع "٣" (الصورة ١).

الصورة (١): التركيب الكيماوي لفيتامينات ك الموجودة طبيعياً. أ- فيلوكينون أو فيتامين ك$_1$ ، ب- ميناكينون أو فيتامين ك$_2$.

التركيب الكيماوي والتسمية

التسمية التقليدية (الجدول ١) لفيتامين ك الموجود في النباتات (والذي يوجد منه شكل كيماوي واحد هام) يعرف بإسم فيتامين ك$_1$ والأشكال العديدة المخلقة بواسطة البكتريا كفيتامين ك$_2$. ولفيتامينات ك$_2$ K_2 فإن عدد ذرات الكربون (ن n) في السلسلة الجانبية تبين مابين قوسين أي فيتامين ك$_{2(ن)}$. هذه التسمية روجعت بواسطة الإتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (إ.د.ك.ب.ط IUPAC) International Union of Pure & Applied Chemistry والإتحاد الدولي للكيمياء الحيوية (إ.د.ك.ح IUB) International Union of Biochemistry وذلك عن طريق تحت اللجنة الخاصة بالكينونات Quinones وأوصت بأن يسمى ك$_1$ فيلوكينون phylloquinone و ك$_2$ ميناكينون menaquinone وأوصت بالإختصار ك للفيلوكينون (ولو أن ك$_1$ أكثر إستخداماً) و م ك-ن MKn للميناكينونات.

والمركب الأب لمجموعة فيتامينات ك هو ٢-ميثيل-٤،١-نافتوكينون وهذا التركيب لايوجد في الطبيعة وهو يسمى فيتامين ك.

والفيلوكينون والذي له نفس السلسلة الجانبية فيتيل phytyl مثل الكلوروفيل يوجد في المملكة النباتية والسيانوبكتريا (الطحالب الزرقاء-الخضراء) وتخليقه مرتبط في النباتات العليا بحبيبة اليخضور chloroplast.

والسلسلة الجانبية للميناكينونات مبنية على عدد من وحدات خمس ذرات كربون غير مشبعة (برينايل prenyl) متكررة. والأشكال الرئيسية تسمى ميناكينون-ن (م ك-ن MKn) والـ ن n تبعاً لعدد

وحدات البرينايل prenyl. وبعض البكتريا تخلق ميناكينونات أيضاً فيها واحد أو أكثر من الروابط المزدوجة في السلسلة الجانبية لعديد البرينايل مشبعة وذرات الأيدروجين الإضافية تبين بواسطة البادئة prefix فثنائي ورباعي الأيدرو وسداسي الأيدرو ... الخ وهذه يمكن أن تختصر إلى م ك-ن (يد٢) MK*n* (H_2) و م ك-ن (يد٤) MK*n* (H_4) و م ك-ن (يد٦) MK*n* (H_6) ..... ألخ. والتقسيم مابين فيلوكينون النباتية والميناكينونات البكتيرية هو صناعي إلى حد ما حيث أن الفيلوكينون يمكن إعتباره ميناكينون-٤ مشبع جزئياً أي م ك-٤ (يد٦) MK-4 (H_6) ولكن التقسيم يبين إختلاف الأصل.

جدول (١): تسمية فيتامينات ك K.

الإسم الكيماوي	الإسم القديم	تسمية إ.د.ك.ب.ط - أ.د.ك.ح
٢-ميثيل-١،٤-نافتوكينون 2-methyl-1,4-naphthoquinone	فيتامين ك٣	ميناديون menadione
٢-ميثيل-٣-فيتيل-١،٤-نافتوكينون 2-methyl-3-phytyl-1,4-naphthoquinone	فيتامين ك١	فيلوكينون (ك) phylloquinone (K)
٢-ميثيل-٣-عديد برينايل-١،٤-نافتوكينون 2-methyl-3-multiprenyl-1,4-naphthoquinone	فيتامين ك٢	ميناكينون ن (م ك-ن) menaquinone n (MK-n)
٢-ميثيل-٣-فارنيسيل فارنيسيل-١،٤-نافتوكينون 2-methyl-3-farnesyl farnesyl-1,4-naphthoquinone	فيتامين ك٢(٣٠) vitamin $K_{2(30)}$	ميناكينون-٦ (م ك-٦) menaquinone-6 (MK-6)

وذرات الكربون في السلسلة الجانبية تسمى ك١' C1' ... ألخ. ووجود روابط مزدوجة في ك٢' C2' في الفيلوكينون وفي ك٢'، ٦'، ١٠' ... الخ في الميناكينونات يعني إحتمال وجود تشابه سيس-ترانس *cis-trans*. والفيلوكينون والميناكينونات الطبيعية كلها متشابهات ترانس ولكن الأشكال المخلقة تحتوي كلاً من مشابهات سيس *cis* وترانس *trans*.

النشاط البيولوجي biological activities

ثبت أنه بجانب النواه ١،٤-نافتوكينون فإن مجموعة ميثيل عند موقع ك٢ ضرورية في الجسم الحي *in vivo* وفي الزجاج *in vitro*.

الخواص الفسيوكيموية
physicochemical properties

المظهر والذوبان والثبات
appearance, solubility & stability

الفيلوكينون والميناكينونات زيوت صفراء ذهبية ولو أن الميناكينونات يمكن الحصول عليها كبلورات صفراء دقيقة.

وكل فيتامينات ك غير ذائبة في الماء ولكن تذوب في مذيبات الدهون مثل الهكسان والكلوروفورم وثنائي إيثيل إيثير والأسيتون ولكنها أقل ذوباناً في كحول الإيثانول وهي تكاد لاتذوب في الميثانول. وهي ثابتة بمعقولية ضد الحرارة والأكسجين والظروف الحمضية الخفيفة ولكنها تهدم بالضوء

القوى خاصة الأشعة فوق البنفسجية والقلويات والأحماض القوية.

المطيافية spectroscopy

مركبات فيتامين ك المستبدلة عند الموقع ٣ لها نفس الطيف المتخصص للأشعة فوق البنفسجية. وهى مجموع المكونين البنزينويد benzenoid و ٤،١-كينون. والفيلوكينون والميناكينونات الطبيعية لها أشرطة بنزينويد مع أقصى إمتصاص عند ٢٤٢ ، ٢٤٨ ، ٢٣٨ نانومتر (كتف shoulder) بينما الكينون له أشرطة عند ٢٦٠، ٢٦٩، ٣٢٦ نانومتر. ومعامل الإمتصاص الجزيئى (ε) molar absorption coefficient هو نفسه لكل من الفيلوكينون والميناكينونات وعند موجة أقصى إمتصاص ٢٤٨ نانومتر له القيمة ١٨٩٠٠.

ومركبات فيتامينات ك فى أشكالها الكينون الثابت ليس لها أى إستشعاع fluorescence طبيعى ولكن يمكن أن تختزل إلى الكينولات quinols المقابلة وهذه لها خواص إستشعاعية أستخدمت فى تقدير فيتامينات ك.

الوجود والأشكال فى الأغذية
occurrence & forms in foods

فيتامين ك يوجد فى أجزاء أغشية الخلايا فهو فى النباتات يتركز الفيلوكينون فى الطبقة الرقيقة لحبيبة اليخضور وفى البكتيريا توجد الميناكينونات فى غشاء البلازما. وفى الحيوان يوجد الفيتامين فى أغشية الخلايا المختلفة خاصة الميكروزومات والسبحيات.

وعادة يؤخذ الفيلوكينون مع الأنسجة التخليقية الضوئية وأعلا نسب (٤٠٠-٦٠٠ ميكروجرام/ ١٠٠جم) فى الخضروات الورقية الخضراء. كما توجد فى الخضروات غير الورقية والفواكه والزيوت ومنتجات الألبان وبعض منتجات اللحوم. وفى الزيوت يوجد ٥ ميكروجرام/١٠٠جم فى جوز الهند والذرة والفول السودانى والقرطم و ١٠٠ - ٢٠٠ ميكروجرام/١٠٠جم فى فول الصويا والسلجم الحقلى. والفيلوكينون فى اللحم الأحمر والسمك عادة منخفض (تحت ١ ميكروجرام/١٠٠جم) ولكن توجد نسب أعلا فى كبد الحيوانات حيث يعمل الكبد كمخزن للفيتامين.

وبالنسبة للميناكينونات فإن كبد الحيوانات مثل البقر والخراف والخنزير تحتوى كميات كبيرة من الكينونات وتزيد كثيرا على ماتحتويه من الفيلوكينون. وكبد المجترات تحتوى نسبا كبيرة من الكينونات ذات السلاسل الطويلة (م ك-١٠-١٣ MK-10-13) والتى تأتى من تخمر البكتيريا فى المجتر. وكذلك توجد فى الأغذية المتخمرة مثل الجبن والزبادى فالجبن يحتوى على حتى ٢٠ ميكروجرام/١٠٠جم من ميناكينون-٨-٩ وتسعه تسود. كما توجد فى لبن البقر ولكن بتركيز أقل كثيرا من الفيلوكينون. والناتو natto (غذاء صويا متخمر) يحتوى كميات كبيرة من ميناكينون -٧.

الإستخدام فى تقوية الأغذية
use in food fortification

كما كانت إحتياجات فيتامين ك منخفضة فإن تقويته فى الأغذية لاتجرى إلا فى حالة تركيبات الأطفال

حيث تضاف تحضيرات من الفيلوكينون بغرض الحماية من نقص فيتامين ك النادر ولكن المهدد للحياه والحالة المعروفة بمرض النزف haemorrhagic في المولودين الجدد فيضاف ٥٠ ميكروجرام/لتر وهذا أكثر كثيراً مما يوجد في لبن الأم (٢ ميكروجرام/لتر).

كما يضاف الميناديون لعلف الدواجن على هيئة نسق ذائب في الماء مثل معقد بيكبرييت الصوديوم للميناديون المتبلر نظراً لأنها عرضة لسيلان الدم في حالة نقص فيتامين ك.

الفسيولوجي physiology

الإمتصاص المعوي والإتاحة الحيوية
intestinal absorption & bioavailability

يتحكم في الإمتصاص المعوي لفيتامين ك الغذائي كفيلوكينون نفس الأسباب الخاصة بإمتصاص الفيتامينات القابلة للذوبان في الدهن (أ و ئي و د) والمغذيات عالية الذوبان في الدهن. وهذا يشتمل على تذويب فيتامين ك في تجمعات غروية/مُذَيِّلَة mixed micelles تتكون من أملاح الصفراء ومنتجات من التحلل الدهني البنكرياتي وموقع الإمتصاص هو الأمعاء الصغرى القريبة.

ومدى إستخدام الإنسان لفيتامين ك المخلق بفلورا البكتيريا في الأمعاء الغليظة في شكل ميناكينونات (م.ك MKs) غير معروف. وتخلق فلورا الأمعاء الغليظة م ك-١٠ و م ك-١١ بواسطة *Bacteroides* species و م ك-٨ بواسطة *Enterobacteria* spp. و م ك-٧ بواسطة *Viellonella* spp. و م ك-٦ بواسطة *Eubacterium lentum*. وهذه البكتريا تنتج أيضاً أشكالاً صغرى أخرى من الميناكينونات منها ماهو مشبع جزئياً.

والميناكينونات توجد في بعض الأغذية وربما أمتصت في الأجزاء العليا من الأمعاء الصغرى بواسطة طريق يتوسط فيه ملح الصفراء مثلما مع الفيلوكينون. وفي الشخص الصحي يمتص ٨٠٪ من جرعة الفم من الفيلوكينون المعطى كشكل حر. والفيلوكينون المتاح بيولوجياً يختلف ويقل مع الخضروات الخضراء حيث يوجد مرتبطاً مع حبيبات اليخضور وهو أكثر كفاءة في الزيوت والمرجرين ومنتجات الألبان وغيرها من الأغذية المعاملة.

الإنتقال في البلازما والتوزيع في الأنسجة
transport in plasma & tissue distribution

مثل بقية الفيتامينات القابلة للذوبان في الدهون فإن فيتامين ك يمتص عن طريق الليمفاويات وينتقل إلى الكبد بالليبوبروتينات وفي خلايا الغشاء المخاطي للأمعاء القريبة يندمج الفيلوكينون في نقيطات اللنف الدهني/دقائق كيلوسية chylomicrons ويدخل الدورة خلال لمف القناة الصدرية thoracic duct غير متغير كيماوياً. وبعد الحلمأة بواسطة الغشاء المبطن للشعيرات فإن بقايا نقيطات اللنف الدهني/دقائق كيلوسية تؤخذ بواسطة الكبد وجزء من فيتامين ك يعاد إفرازه إلى الدورة بعد إدخاله في الليبوبروتينات منخفضة الكثافة جداً (ل.خ.ك.ج VLDL). ويوجد الفيلوكينون مرتبطاً بالليبوبروتينات منخفضة الكثافة (ل.خ.ك LDL) والليبوبروتينات عالية الكثافة (ل.ع.ك HDL) ولكن لايعرف كيف ينتقل

بينها ولايعرف كيف ينتقل إلى الأنسجة الكبدية. والفيلوكينون الممتص حديثاً يخرج من الدورة سريعاً وعرف طوران لخروجه أحدهما له نصف عمر حوالي ٢٠ق ثم الآخر له نصف عمر حوالي ١٠٠ ق. وهدفه الأساسي الكبد ثم يوزع على بقية الأعضاء خاصة العضلات الهيكلية والجلد.

التكسير الأيضي والإفراز والتخزين
metabolic degradation, excretion & storage

عندما يصل إلى الكبد فإن جزءاً من الفيلوكينون يكسر بسرعة إلى أيضات أكثر قطبية وتقترن بأيضات ذائبة في الماء وتفرز خلال البول أو الصفراء. وفي الإنسان ٢٠٪ من الجرعة المحتوية تفرز في البول خلال ٣ أيام بينما ٤٠-٥٠٪ تفرز في البراز خلال الصفراء. والأيض الهدمي والذي ينتج عنه إفراز في البول لفيتامين ك يحدث خلال التكسير التأكسدي للسلسلة الجانبية فيتيل phytyl غالباً خلال نفس الإنزيمات المستخدمة مع ω-ميثيل وأكسدة β للأحماض الدهنية والستيرويدات والبروستاجلاندينات prostaglandines لانتاج أيضتين هامتين أو أجليكونات aglycones. والإجليكونات هي أحماض كربوكسيلية مع ذرات الكربون ٥ و ٧ في السلاسل الجانبية مقترنة مع حمض الجلوكورونيك وتفرز في البول (الصورة ٢).

صور (٢): التركيب الكيماوي لأيضتين في البول (أجليكونات) من الفيلوكينون.

(١) ٢-ميثيل-٣-(٥'-كربوكسي-٣'-ميثيل-٢'-بنتنايل)-١،٤-نافتوكينون.
2-methyl-3-(5'-carboxy-3'-methyl-2'-pentenyl)-1,4-naphthoquinone

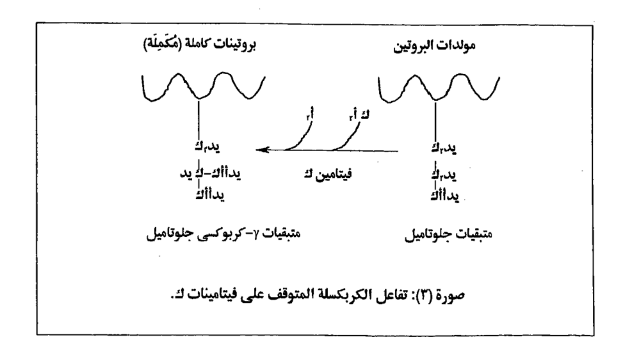
(٢) ٢-ميثيل-٣-(٣'-كربوكسي-٣'-ميثيل بروبايل)-١،٤-نافتوكينون.
2-methyl-3-(3'-carboxy-3'-methylpropyl)-1,4-naphthoquinone

وتحليل المخزون فى الكبد من الفيلوكينون يبين أنه أقل من مخزون فيتامين أ بمقدار ٤٠٠٠٠ مرة فتخزينه محدود. والفيلوكينون فى الكبد يمثل ١٠٪ من كل فيتامين ك فى الكبد. والباقى (٩٠٪) يتكون من ميناكينونات مع سلاسل جانبية ٧-١٣ شبيه السبرين isoprene (أى م ك ٧-١٣) وتختلف تركيزاته كثيراً فى الأشخاص. والفيلوكينون يستخدم ويؤيض بمعدل أسرع عن الميناكيونونات طويلة السلسلة والتحول الأبطأ للميناكينونات يتعلق بطول وطبيعة حب الدهن lipophilic للسلسلة الجانبية. والميناكينونات تكاد لاتستبان فى البلازما بعكس الكبد فهو مخزن للميناكينونات.

دوره فى الجسم role in the body

تفاعل الكربكسلة المتوقف على فيتامين ك
the vitamin K-dependent carboxylation reaction

الخطوة المتوقفة على فيتامين ك هى تفاعل كربكسلة والذى يحول متبقيات حمض الجلوتاميك مختارة (جلو Glu) فى مُوَلِد البروتين إلى ٤-كاربوكسى حمض الجلوتاميك أو γ-كربوكسى حمض الجلوتاميك (يختصر إلى جلا Gla). وتفاعل الكربكسلة يحفز بواسطة إنزيم ميكروزومى يسمى كربوكسيلاز متوقف على فيتامين ك ويتطلب أكسيجيناً جزئياً وثانى أكسيد كربون. والصلة البيولوجية لتركيب جلا Gla هى أنه يكون تركيب قفص cage يرتبط به المعادن ثنائية التكافؤ مثل الكالسيوم. وإحتلال عوامل تخثر الدم المتوقفة على فيتامين ك بالكالسيوم يحث على تغير تهيئى مما يسهل خواصها الرابطة للأغشية. وهذا ضرورى لنشاطها البيولوجى فالكالسيوم المرتبط يكون كوبرياً أيونياً بين إنزيمات التخثر والفوسفوليبيدات على سطح "شجرة" الأوعية وصحيفات platelets الدم الدائرة (الصورة ٣).



صورة (٣): تفاعل الكربكسلة المتوقف على فيتامينات ك.

البروتينات المحتوية على جلا Gla والمتوقفة على فيتامينات ك

vitamin K-dependent (Gla-containing) proteins

إن تحويل جلو Glu إلى جلا Gla هو تحوير ضروري للتعبير عن النشاط البيولوجي لأربعة عوامل تخثر للدم متوقفة على فيتامين ك تقليدية: عامل ٢ البروثرومبين (prothrombin) وعامل ٧ وعامل ٩ وعامل ١٠. وكل عوامل التخثر هذه مولدات إنزيمات لبروتيازات السيرين وتحتوى منطقة نهاية أمينو متجانسة homologous فيها متبقيات ١٠-١٢ جلوتاميل تحور إلى متبقيات جلا Gla بفعل فيتامين ك. كما تحتوى البلازما بجانب العوامل التقليدية المتوقفة على فيتامين ك على ثلاثة بروتينات أخرى تتوقف أيضاً على فيتامين ك تعرف ببروتينات ج C و س S و ى Z وبعكس العوامل التقليدية المتوقفة على فيتامين ك والتي لها نشاطات مساعدة على التخثر فإن بروتينات ج C و س S لها وظيفة ضد التخثر anticoagulant في وقف النزف haemostasis أما وظيفة بروتين ى Z فغير معروفة.

وبجانب بروتينات التخثر المتوقفة على فيتامين ك والتي تخلق في الكبد فقد تم عزل بروتينات أخرى محتوية على جلا Gla من أنسجة غير كبدية (الجدول ٢) وهذه تشمل أنسجة متكلسة مثل العظام وعاج السن dentine وأنسجة طرية مثل الكلوة والرئة. وأحسن البروتينات المعروفة المحتوية على جلا Gla عزلت من العظام وهي أوستيوكالسين osteocalcin (ويسمى أيضاً بروتين جلا Gla) وشبكة بروتين جلا Gla.

جدول (٢): بروتينات تحتوى على جلا Gla توجد في الطبيعة.

النسيج	الإسم (الوظيفة)
بلازما الدم[1]	العوامل ٢، ٧، ٩، ١٠ (مولدات تخثر) وبروتينات ج C و س S (مضادات تخثر وبروتين ى Z.
أنسجة متكلسة:	
العظم وعاج السن	اوستيوكالسين أو بروتين جلا Gla العظم.
لويحة التصلب العصيدى atherosclerotic plague	لويحة بروتين جلا Gla.
آفات في الجلد	
وحصاوى كلوة	
أنسجة طرية:	
الرئة والكلوة	
مختلف:	
الحيوانات المنوية والبول	
والسم (الثعابين والحلزونات)	
وبيض الدجاج	

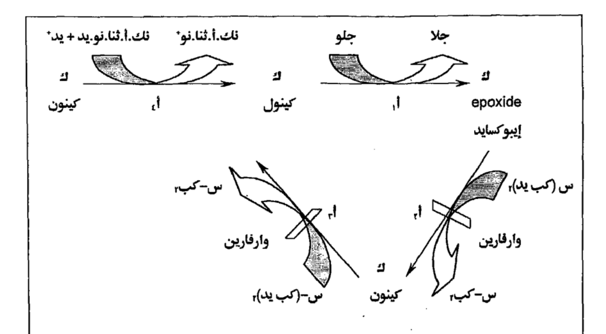
أ: البروتينات تخلق أولاً في الكبد.

دورة أيبوكسايد لفيتامين ك ومضادات التخثر عن طريق الفم

the vitamin K-epoxide cycle and oral coagulants

كربكسلة γ جلوتاميل في الكبد التي تحفز بواسطة كربوكسيلاز يتوقف على فيتامين ك تتصل إتصالاً شديداً بدورة أيضية (فيتامين ك-دورة-أيبوكسيد) والتي تعمل لحفظ فيتامين ك متاحاً للكربوكسيلاز (الصورة ٤).

وبالرغم من أن فيتامين ك فى الغذاء له تركيب كينون الثابت فإن الكربوكسيلاز المتوقف على فيتامين ك (والمسمى أ١ فى الصورة ٤) يمكنه أن يستخدم فقط الكينول (أو الأيدروكينون) المختزل من الفيتامين. وأثناء كربكسلة γ جلوتاميل يحول كينول فيتامين ك إلى فيتامين ك ٢،٣ إيبوكسايد بواسطة نشاط إيبوكسيداز فيتامين ك (أ١). وربما أن تفاعلات الكربكسلة والإيبوكسدة epoxidation متصلة بشكل إجبارى. ويعاد دوران إيبوكسايد فيتامين ك المنتج أثناء الكربكسلة بواسطة نشاط إنزيمين: ففى الخطوة الأولى يختزل الإيبوكسايد إلى ردكتاز إيبوكسايد فيتامين ك (أ٢) بينما فى الخطوة الثانية فإن كينون فيتامين ك يختزل مرة ثانية إلى كينول نشط بواسطة نشاط يتوقف على الثيول (أ٢) وهذا الإختزال ربما يحدث بواسطة نفس الإنزيم الذى يختزل الإيبوكسايد إلى كينون (أ٢).



صورة (٤): أيض فيتامين ك الدائرى فى علاقته بتحويل متبقيات الجلوتامات (جلو Glu) إلى متبقيات γ كربوكسى جلوتامات (جلا Gla) فى بروتينات تتوقف على فيتامين. والإنزيمات هى أ١ ، أ٢، أ٣ و أ٤. وفيتامين ك النشط المحتاج للكربكسلة هو الشكل المختزل لفيتامين ك كينول quinol. وتفاعل الكربكسلة يساق بنشاط كربوكسيلاز متوقف على فيتامين ك (أ١) مزدوجاً مع إيبوكسيداز فيتامين ك (أ١) والذى يحول فيتامين ك كينول إلى إيبوكسيد فيتامين ك-٢، ٣. وإيبوكسيد فيتامين ك-٢، ٣ يختزل مرة ثانية إلى كينون بواسطة ردكتاز إيبوكسيد فيتامين ك (أ٢). وتتم الدورة بواسطة إختزال كينون فيتامين ك المعاد دورانه بواسطة نشاط ردكتاز فيتامين ك (أ٣). وكلا نشاط ردكتاز إيبوكسيد فيتامين ك (أ٢) ونشاط ردكتاز فيتامين ك (أ٣) هما متوقفان على (ثنائى الثيول س-كب يد٢ و س-كب٢ ويرمزان لثنائى الثيول المختزلة والمؤكسدة) وهى تُثبط بمضادات التخثر كومارين مثل وارفارين. وفيتامين ك الخارجى من الغذاء قد يدخل الدورة خلال نشاط ردكتاز فيتامين ك متوقف على نك.أ.ثنا.نو (ف) يد-(أ٤) والذى لايثبط بواسطة وارفارين.

وخاصية مهمة لنشاطات ردكتاز إيبوكسايد فيتامين ك المتوقف على ثنائي الثيول وكذلك ردكتاز فيتامين ك هو حساسيتهما لبعض المضادات خاصة تلك المؤسسة على تركيبات ٤-ايدروكسي كومارين أو أندانيديون. وفعلهما المضاد للتخثر مبني على تثبيط ردكتاز إيبوكسايد (أ٢) وربما أيضا ردكتاز فيتامين ك (أ٢) وبذا تُسَدْ إعادة دوران الفيتامين. والنتيجة هي تراكم أيضة ٣،٢ إيبوكسايد في الكبد. وأثناء المعالجة بمضاد التخثر فإن فيتامين ك من الغذاء يستطيع أن يدخل الدورة عن طريق إختزاله إلى كينول نشط بطريق ثانٍ يتوقف على نك.أ.ثنا.نو(فو).يد NAD(P)H (أ١) وهو غير حساس لوارفارين warfarin (الصورة ٤) والمعالجة بمضاد التخثر تتوقف على توازن بين تثبيط الإنزيمات المدارة وكمية فيتامين ك في الغذاء والذي يمكنه أن يدخل الدورة ليدعم الكربكسلة بكفاءة منخفضة.

المتطلبات والمأخوذ

requirements & intakes

القرينة التقليدية لكفاءة فيتامين ك هي المحافظة على تركيزات عادية للبلازما لعوامل التخثر المتوقفة على فيتامين ك. وإستخدام كميات فيتامين ك في صورة فيلوكينون اقترح أن الإحتياجات للفيتامين كانت في مدى ١,٠ - ١,٠ ميكروجرام /كجم من وزن الجسم. وبإستخدام دلائل أكثر حساسية كيموحيوية وتخثرية فتقديرات متطلبات الإنسان لفيتامين ك وضعت حوالي ١ ميكروجرام/ كجم من وزن الجسم.

وبإستخدام التحاليل الحديثة للأغذية بإستعمال كروماتوجرافيا السائل عالية الأداء وهي تعطي تقديرات أكثر دقة للفيلوكينون وهو المصدر الأساسي لفيتامين ك في الغذاء دلت على أن المأخوذ اليومي للفيلوكينون في الأشخاص ذوي الصحة الجيدة يختلف كثيراً من ١٠ - ١٠٠ ميكروجرام/يوم مع متوسط حوالي ٦٠ ميكروجرام/يوم. ويلاحظ أنه ليس هناك مساهمة معروفة من الميناكينونات.

النقص والمجموعات في حد الخطر

في أقصى أنواع نقص فيتامين ك ينتج عنه إدماء نظراً لإنخفاض دوران جزيئات γ مكربكسلة لمولدات المتخثرات عوامل ٢، ٧، ٩، ١٠ وإحلال أنواع غير مكربكسلة محلها وهذه لها خواص ربط كالسيوم ناقصة كما ينقصها النشاط البيولوجي في عملية التجلط.

وبعكس البالغين فإن نقص فيتامين ك يمكن أن يحدث ذاتياً في مبدأ الحياه والناتج الإدمائي يعرف بإسم مرض الإدماء في حديثي الولادة (م.أ.ح DHN) haemorrhagic disease of the newborn وهو يحدث إما في الأسبوع الأول وإما بين الأسبوعين الثالث والسادس. ويرجع إلى التركيزات المنخفضة لفيتامين ك في لبن الإنسان مقارنة بلبن البقر والتركيبات. فقبل الوضع إنتقال فيتامين ك خلال المشيمة محدود ويولد الأطفال بمخزون كبدي منخفض من الفيلوكينون وكذلك تركيزات لاتستبان من الميناكينونات وبعد الوضع فإنه يستمر لعدة أسابيع قبل أن يصل مخزون الكبد

من الميناكينونات إلى مستويات البالغين وهذا يقترح أن إحتياجات جنين الإنسان والمولود حديثاً لفيتامين ك يوفرها تقريباً الفيلوكينون. وكون تركيزات الفيلوكينون فى لبن الإنسان منخفضة (حوالى ١-٢ ميكروجرام/لتر) لايعطى أى حيز أمان إذا كان مأخوذ اللبن أو مقدرة الطفل على إمتصاص فيتامين ك ضعيف. وقد وجد أن إعطاء جرعة من ٠,٥ - ١,٠ مجم فيلوكينون عند الوضع يعطى حماية ضد (م.أ.ح HDN).

السمية

لايوجد أى مضار جانبية من إعطاء كميات زائدة من فيتامين ك الموجود طبيعياً أى فيلوكينون أو ميناكينون.

(Macrae)

---

feijoa فيجوا

الإسم العلمى *Feijoa sellowiana*

الفصيلة/العائلة: الآسية Myrtaceae (myrtle)

بعض أوصاف

لها أوراق عكسية ريشية خضراء من أعلا ومغطاه بشعر أبيض من أسفل وأزهارها طويلة ساقية وحيدة والثمار إهليلجية إلى مستديرة تقريباً وتوجد بذور صغيرة مدفونة فى اللب. والثمار عنبية وإن لم تبدُ كذلك.

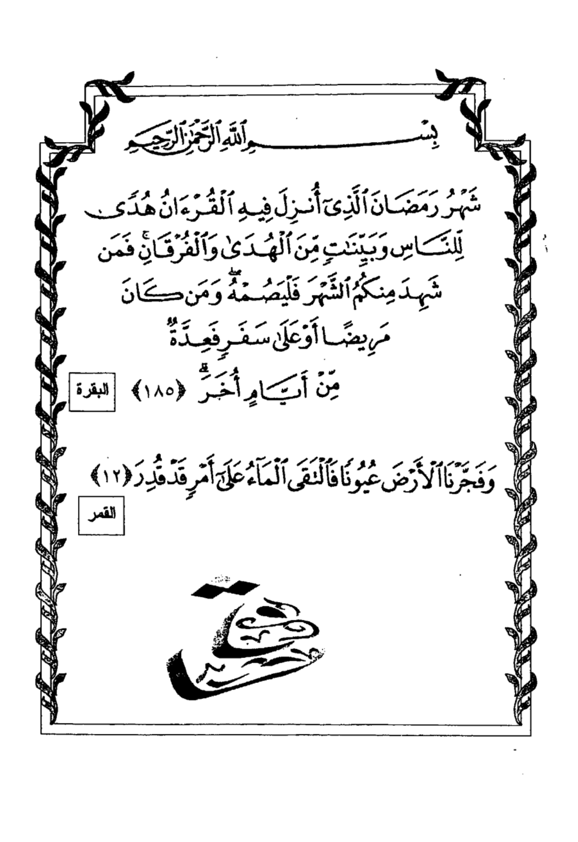
ومن أصنافه جوافا الأناناس وتسمى كذلك لأنها تجمع مابين الأناناس والفراولة وفى الشكل تشبه الجوافة (*Psidium*) وهى عادة نبات عشبى يصل إلى ١٨ قدم فى الطول والثمار أحياناً خضراء-رمادية كامدة ١-٣ بوصة ومستديرة أو بيضية وتحتوى لباً مثل الجيللى به توجد البذور وتحاط بلحم أبيض.

---

phenylalanine فينيل ألانين

الوزن الجزيئى ١٦٥,١٩ وهو حمض أمينى ضرورى للإنسان والفأر والمأخوذ اليومى الموصى به ٢,٢ مجم/يوم (شكل الـ ل) وهو وريقات من المحاليل المائية ويتكسر على ٢٨٣°م ويتسامى فى الفراغ ويذوب فى الماء وقليل الذوبان فى الميثانول والإيثانول. والـ د.ل DL طعمه حلو.

وتركيبه: ك$_{٦}$يد$_{٥}$ك يد$_{٢}$ ك يد (ن يد$_{٢}$) ك أ أ يد



بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

شَهْرُ رَمَضَانَ ٱلَّذِىٓ أُنزِلَ فِيهِ ٱلْقُرْءَانُ هُدًى
لِّلنَّاسِ وَبَيِّنَٰتٍ مِّنَ ٱلْهُدَىٰ وَٱلْفُرْقَانِ ۚ فَمَن
شَهِدَ مِنكُمُ ٱلشَّهْرَ فَلْيَصُمْهُ ۖ وَمَن كَانَ
مَرِيضًا أَوْ عَلَىٰ سَفَرٍ فَعِدَّةٌ
مِّنْ أَيَّامٍ أُخَرَ ﴿١٨٥﴾ البقرة

وَفَجَّرْنَا ٱلْأَرْضَ عُيُونًا فَٱلْتَقَى ٱلْمَآءُ عَلَىٰٓ أَمْرٍ قَدْ قُدِرَ ﴿١٢﴾
القمر

قابوق kapok

الإسم العلمى	*Ceiba pentandra*
الفصيلة/العائلة: خبازيات	Bombaceae

من المهم التفرقة بين القابوق أو شجرة القطن الحرير وشجرة القطن الحرير الأحمر *Bombax malabarium* فكلاهما ينتمى لنفس العائلة. والقابوق يصل إلى ١٢٠ قدم أو أكثر وقمته قد تنتشر إلى ١٥ قدماً والأفرع الأفقية فى ثلاث والأوراق صفراء والأزهار بيضاء إلى وردية بينما هى حمراء براقة فى الـ *Bombax malabarium* وأزهار القابوق جذابة لنحل العسل والزيت المستخلص من البذور يستخدم للإضاءة ولعمل المرجرين والصابون.

قثاء القاوون cucumis

الفصيلة/العائلة: القرعية Cucurbitaceae (gourd)

ومنها الـ melon والخيار (أب) وخيار التخليل الهندى الغربى West Indian gherkins وهى تزرع لثمارها المأكلة.

وهى حساسة للصقيع كرمية عشبية (ومستديمة) ولها أوراق متبادلة مفصصة أو مقسمة ومعاليق من غير فروع. والأزهار وحيدة الجنس والجنسان على نفس النبات عادة. والذكور وحيدة أو فى عناقيد تأتى من إبط الورقة ولها كأس مفصص لخمس وتويج جرس مسطح إلى شكل طبق ومقسم إلى خمسة أقسام عميقة ولونه أخضر أو مبيض. والذكور لها ثلاث سداة والإناث ٣-٥ مياسم. والثمار لحمية عديدة الشعر أو ذات أشواك ولها بذور عديدة ومغطاه بقشرة مميزة. وشكلاً هى عنبية ولكن هى ثمرة بطيخية pepo.

والخيار cucumber (*C. sativus*) له سيقان ذات زوايا عليها شعر وأوراق مفصصة إلى خمسة فصوص بضحالة ومسننة بغير إنتظام وآخر فص أكبرها. والأزهار ١-١,٥ بوصة فى القطر والذكور فى ثلاث والإناث وحيدة. والثمار لها زوايا بسيطة وعادة لها أشواك على الأقل عندما تكون صغيرة. وهى طويلة إسطوانية إلى كروية والصنف *C.s. siksimensis* له ثمار لونها بنى برتقالى إلى بنى محمر حوالى ١ قدم فى الطول. (أنظر: خيار)

والبطيخ melons الأصفر muskmelons والشمام المضلع/القاوون/كوز العسل cantaloupes موجودة فى *C. melo* ولها ساق له شعر أو غير مشعر وله زوايا بسيطة وأوراق لها خمس زوايا وأحياناً ٣-٧ فصوص مستديرة أو شكل الكلوة أو بيضية والأزهار حتى ١ بوصة فى القطر عادة وحيدة الجنس وأحياناً ثنائية الجنس والذكور فى عناقيد والإناث وحيدة. أما الثمار فتختلف من حيث الحجم ولون اللحم والمظهر من الخارج والذى قد يكون شبكياً أو ناعماً أو خشناً. وللأغراض البستانية قسمت *C. melo* إلى المجاميع: *C.m. cantalupensis* وهو الكنتالوب الحقيقى وله فاكهة خشنة متوسط الحجم وليس له شبكية، *C. melo chito* وهو الميلون المانجو mango-melon أو ليمون الحديقة garden lemon له فواكه صغيرة حمضية ناعمة مبقعة ولكن غير شبكية وعادة طرى جداً عند النضج mushy، *C.m. conomon* وهو يخلل فى الشرق وله فواكه صغيرة

ناعمة وذو نكهة حمضية ولحم أبيض وهو مبقع من الخارج ولكن ليس شبكياً ، *C.m. dudaim* وهو بلون الرمان pomegranate melon أو ميلون جنب الملكة فإن له فواكه في رائحة المسك وهو عنبية ويصل إلى ٢ بوصة في القطر. وعلى كرم مزغب جداً ، *C.m. flexuosus* قثاء/ميلون الثعبان snake or serpent melon له فواكه إما مستقيمة أو حلزونية ناعمة رفيعة في شكل الخيار ١ قدم إلى ٣,٥ قدم في الطول ، *C.m. indorus* وهو ميلون الشتاء أو الميلون الأبيض له فواكه ناعمة أو مجعدة بدون شبك وتنضج متأخرة ويمكن تخزينها لعدة أسابيع ، *C.m. reticulatus* وهو القاوون ذو الشباك أو قاوون جوزة الطيب وله فواكه متوسطة شبكية جداً ولحمه في لون السالمون البرتقالي إلى أخضر.

وخيار التخليل الهندى الغربى أو قرع عنب الثعلب gooseberry gourd (*C. anguria*) له ساق رقيقة مشعره وأوراق راحية مفصصة إلى ثلاثة أو خمسة فصوص والأزهار تبلغ حتى ٢/١ بوصة في القطر والثمار شوكة لحمها مخضر والشكل بيضي ١,٥ - ٢ بوصة في الطول وصفراء وكثيراً ماتكون مخططة بالأخضر عند النضج. والذكور معنقدة والإناث وحيدة.

(Everett)

والكانتالوب الناضج يزن ٠,٩ - ١,٨ كجم وقد تم حفظها في علب ولكن بدون نجاح وقد جمدت كرات الكانتالوب وهي تغسل وتفرز وتقطع إلى أنصاف وتزال البذور ثم تعمل الكرات المستديرة ثم تجمد في شرابه وقد تجمد مع بطيخ أو مع العسل honeydew.

والكانتالوب يجب أن: ١- لايكون له مساحة مع وجود منطقة ناعمة ضحلة بمكان إتصال الساق.

٢- شبكة خشنة أو تعريق يظهر على السطح.

٣- أصفر إلى رمادى مصفراً أو أصفر باهت للون الجلد وله رائحة كنتالوب لطيفة ويستجيب ببساطة لضغط الإصبع على نهاية الأزهار وهي متماسكة عادة وغير ناضجة أحياناً فتترك ٢-٤ أيام على درجة حرارة الغرفة وفوق النضج يظهر بلون أصفر على الجلد وتطرية لكل القشرة واللحم يكون طرياً ومائياً وعديم الطعم. والجروح الصغيرة لاتضر ولكن الكبيرة لأن تحتها مساحة مليئة بالماء فيمتد العفن خاصة عند العنق ويدل على التدهور.

وهي تقطع وتزال البذور وتقطع إلى أجزاء أصغر.

القيمة الغذائية للكانتالوب

كل ١٠٠ جم تحتوى ٩١,٢٧٪ ماء وتعطى ٣٠٠ سعراً وبها ٠,٦٪ بروتين ، ٠,١٪ دهن و ٧,٥٪ كربوايدرات و ٠,٣٪ ألياف ، ١٤,٠ مجم كالسيوم ، ١٦,٠ مجم فوسفور ، ١٢,٠ مجم صوديوم ، ٨,٤ مجم مغنيسيوم و ٢٥١,٠ مجم بوتاسيوم و ٠,٤٠ مجم حديد ، ٠,١٤ مجم خارصين، ٠,١ مجم نحاس، ٣٤٠٠ وحدة دولية فيتامين أ ، ٠,١٤ مجم توكوفيرول ، ٣٣,٠ مجم فيتامين ج ، ٠,٠٥ مجم ثيامين ، ٠,٠٣ مجم ريبوفلافين ، ٠,٦ مجم نياسين ، ٠,٢٥٪ مجم حمض بانتوثينيك ، ٠,٦ مجم بيريدوكسين ، ٣٠,٠ ميكروجرام حمض فوليك ، ٣,١٠ ميكروجرام بيوتين. (Ensminger)

والأسماء للكانتالوب (ميلون عموماً). بالفرنسية cantaloup/melon ، وبالألمانية Beutelemone/Melone ، وبالإيطالية popune/mellone ، وبالأسبانية melón.
(Stobart)

---

cod | **قد**

أنظر: سمك.

---

water cress | **قرة العين/حرف**

أنظر: حرف

---

nettle | **قراص**

الإسم العلمي	*Urtica diocia*
الفصيلة/العائلة: الحريقية	Urticaceae (nettle)

(Everett)

بعض أوصاف

له ساق واحدة دائم ينمو من عدة بوصات إلى عدة أقدام فى الطول والأوراق فى شكل البيضة مع قاعدة تشبه القلب وحروف تتناقص تدريجياً tapered والسيقان والأوراق وتحت الأوراق بها نتوءات قارحة والأزهار خضراء بين الأوراق والساق. وهذه تزال بالغلى والنبات والأوراق تغلى وهى غنية فى البروتين ويعمل منه بيرة.

والأسماء: بالفرنسية ortie ، وبالألمانية Messel ، وبالإيطالية ortica ، وبالأسبانية ortiga.
(Stobart)

---

eryngo | **قِرْصَعْنَة**

الإسم العلمي	*Eryngium creticum*
الفصيلة/العائلة: الخيمية	Umbelliferae

بقلة برية شائكة أزهارها متراصة على شكل رويسات وتسمى شويكة إبراهيم وشويكة يهودية. ووصفت فى الطب القديم للسموم والربو والسعال والمغص وأمراض الكبد وجذورها تهيج الرغبة الجنسية إلى غير ذلك. وفى الغذاء تستخدم أوراقها غير الشائكة لصنع سلطة مع زيت الزيتون والخل
(الشهابى وقدامة)

والأسماء: بالفرنسية l'erynge ، وبالألمانية die (Meerstrando) Mansteu.

---

nettle | **قراص/قريص/أنجرة/خريق**

الإسم العلمي	*Urtica* sp.
الفصيلة/العائلة: قراصيات/أنجريات	Urticaceae

بعض أوصاف

كثير الورق أصفر اللون له بذر كالعدس ويستخدم فى الطب ويغطى أوراقها شوك دقيق يؤلم الإنسان. ويصلح ضد الروماتيزم وفى نزيف الأنف والرحم ورؤوس عروقه الطرية تؤكل نيئة فى السلطة أو مع الخضروات كما يضاف إلى الحساء لتحسين طعمها وقد يطبخ كما تطبخ الأسفاناخ والخبيزة.
(الشهابى وقدامه)
والأسماء: بالفرنسية (t) ortic ، وبالألمانية die Nessel.

قرطم/عصفر safflower

Carthamus tinctorius الإسم العلمى

Compositae (daisy) الفصيلة/العائلة: المركبة

والإسم مأخوذ من العربية قرطم

(Everett)

بعض أوصاف

أستخدم أساساً كصبغة حمراء. وهو ينمو إلى ٩١سم فى الإرتفاع والجذر يصل إلى ١٨٣- ٢٤٤ مم أو أكثر وله سيقان خشنة متفرعة وأوراق عريضة عادة عليها أشواك. والأزهار تختلف فى اللون من حمراء إلى برتقالية إلى صفراء إلى بيضاء أو إرتباطات لهذه الألوان. والبذرة وهى تشبه بذرة عباد الشمس تتكون من قشرة ليفية بيضاء وبداخلها حبة صفراء.

المعاملة: يستخرج الزيت بـ: ١- تنظف البذرة بالغربلة screening والسفط. ٢- تطحن البذرة. ٣- تطبخ تحت ضغط. ٤- يستخرج الزيت بالمستخلص الحلزونى المستمر وبالمذيب. ٥- تحضير الجريش بطحن الكعكة. ٦- تكرير الزيت.

التكوين: ٣٥ - ٤٠٪ قشرة، ٣٩ - ٤٠٪ زيت و ١٥٪ بروتين وقد طورت أصناف بها ٥٠٪ زيت. والزيت به ٦,٦٪ دهون مشبعة، ٩٣,٤٪ دهون غير مشبعة وفى الدهن غير المشبع ٧٧,٠٪ حمض لينولييك، ١٦,٤٪ أولييك.

والكعكة تطحن لتعطى ٢٠ - ٤٢٪ بروتين ينقصه الليسين والميثيونين.

وزيت القرطم عديم المذاق ويكاد يكون لالون له ونظراً لتعرضه للأكسدة فيلاحظ إستبعاد الهواء أثناء التخزين والنقل والتعبئة ويستخدم فى إنتاج المرجرين وزيوت السلطة والمايونيز ودهون التنعيم وغير ذلك من منتجات الأغذية كما يستخدم كزيت جفوف لعمل البويات والورنيش الذى لايصفر لغياب حمض اللينولينيك. (Ensminger)

والأسماء: بالفرنسية carthame، وبالألمانية Saflor، وبالإيطالية cartamo، وبالأسبانية cartamo. (Stobart)

قرع calabsh/gourd/marrow/pumpkin/squash/zucchini

Cucurbita sp. الإسم العلمى

قرع عسلى pumpkin

Cucurbita mixta الإسم العلمى

قرع كبير gourd

Cucurbita maxima الإسم العلمى

قرع كوسى/قريع marrow/squash/zucchini

Cucurbita pepo الإسم العلمى

قرع مسكى musky gourd

Cucurbita muschata الإسم العلمى

Cucurbitaceae الفصيلة/العائلة: القرعية

بعض أوصاف

تحتاج إلى جو دافىء ولاتتحمل الصقيع ولأنه لايوجد فرق نباتى بين الـ squashes والـ

pumpkins فإن الإستخدام العام يحدد الأسماء. وعموماً فال pumpkins كبيرة ولها ثمار كروية بعض الشيء وبرتقالية عندما تنضج وتستخدم في عمل الفطائر وتؤكل بعض بذور أنواع منها. أما الـ squashes فلها ثمار من أشكال مختلفة وألوان مختلفة وتستخدم عادة في غذاء الإنسان وكذلك الأزهار تطبخ وتؤكل وتقسم إلى squashes للصيف (أو مبكراً في الخريف) و squashes للشتاء وثمار الأولى وهي أصناف *C. pepo* تؤكل قبل أن تصل إلى النضج الكامل ويتصلب جلدها أما ثمار squashes الشتاء وهي من *C. pepo* و *C. maxima* و *C. muschata* فهي تترك لتنضج على الكرم ثم تخزن لمدد طويلة قبل الأكل.

ويجمع قرع الصيف summer squashes عندما يكون صغيراً وطرياً حوالي ٨ بوصات في الطول وإذا كبرت فإنها تصبح جَشِبَة وغير مستساغة. أما قرع الشتاء winter squashes فتترك لتنضج دون تعريضها للصقيع قبل الحصاد والقشر عند الحصاد يجب أن يكون جَشِباً ليقاوم ضغط ظفر الأصبع. ولتخزينها يتجنب جرحها مع ترك جزء من الساق ووضعها في مكان جاف هاو وبعيداً عن الضوء وتكون درجة الحرارة مابين ٥٠ - ٦٠°ف.

(Everett)

والبذور تحمص أو تحمر أو تغلى في ماء وملح قبل تحميصها أو تحميرها.

أما قرع الصيف فلايقشر ويطبخ كاملاً أو مقطعاً أو مكعباً أو مبشوراً ويقدم مع الزيت وقد يحشى أو يحمر بعد نقعه في بيض ودقيق ومسحوق خبيز وملح ومنكهات وغير ذلك. أما قرع الشتاء فيخبز أو يغلى حتى تطرى القشرة ثم يقطع طولياً وهذه الأسباجتي تقدم مع الزيت أو تقطع وتزال المواد الليفية والبذور ثم تخبز أو تغلى أو تعامل بالبخار ثم تقدم بالزبد.

القيمة الغذائية

قرع الصيف: كل ١٠٠ جم تحتوى ٩٤جم ماء وتعطى ١٩,٠ سعراً وبها ١,١ جم بروتين، ٠,١ جم دهن ، ٤,٢ جم كربوايدرات ، ٠,٦ جم ألياف ، ٢٨,٠ مجم كالسيوم ، ٢٩,٠ مجم فوسفور ، ١,٠ مجم صوديوم، ١٦,٠ مجم مغنيسيوم ، ٢٠٢,٠ مجم بوتاسيوم، ٠,٤٠ مجم حديد، ٤١٠ وحدة دولية فيتامين أ، ٢٢,٠ مجم فيتامين ج، ٠,٠٥ مجم ثيامين، ٠,٠٩ مجم ريبوفلافين، ١,٠٠ مجم نياسين ، ٠,٣٦ مجم حمض بانتوثينيك، ٠,٠٨ مجم بيريدوكسين، ٣١,٠٠ ميكروجرام حمض فوليك.

وقرع الشتاء: كل ١٠٠ جم تحتوى ٨٥,١ جم ماء وتعطى ٥٠ سعراً وبها ١,٤ جم بروتين، ٠,٣ جم دهن ، ١٢,٤ جم كربوايدرات، ١,٤جم ألياف ، ٢٢,٠ مجم كالسيوم ، ٣٨,٠ مجم فوسفور ، ١,٠ مجم صوديوم، ١٧,٠ مجم مغنيسيوم ، ٣٦٩,٠ مجم بوتاسيوم ، ٠,٦٠ مجم حديد ، ٣٧٠٠ وحدة دولية فيتامين أ، ١٣,٠٠ مجم فيتامين ج ، ٠,٠٥ مجم ثيامين ، ٠,١١ مجم ريبوفلافين، ٠,٦٠ مجم نياسين ، ٠,٤٠ مجم حمض بانتوثينيك، ٠,١٥ مجم بيريدويكسين ، ١٧,٠٠ ميكروجرام حمض فوليك.

وبذور قرع الشتاء غنية جداً في السعرات ٥٥٣ سعراً/١٠٠جم والبروتين ٢٩٪ والحديد ١١,٢ مجم والفوسفور ١١٤٤مجم/١٠٠جم.

(Ensminger)

قرفة cinnamon

الإسم العلمى

Cinnamomum zeylamicum Nees

الفصيلة/العائلة: الغارية/الرندية Lauraceae

بعض أوصاف

له أوراق عكسية أو متبادلة ولها عروق ثلاثة وأحياناً واحدة. والأزهار عادة مزدوجة الجنس وأحياناً وحيدة ولها ست بتلات ويوجد حتى تسع سداة فى ثلاث دوائر ودائرة من سداة غير فعالة ويوجد قلم واحد. والفواكه عنبية وشجرة القرفة تصل إلى ٣٠ قدماً وعندما يصل عمرها إلى ٢-٣ سنوات يبتدىء القطع فيقطع اللحاء ويسطح الجزء الفلينى الخارجى ويجفف الباقى ويُلَف ويعرف بإسم الريشة quill.

ويحضر الزيت من الأوراق ويعطى ٠,٤ - ٠,٦٪ (وزن/وزن) وهو فينولي وأهم مكون فيه هو اليوجينول ويستخدم كمنكه وفى مبيدات الحشرات ويستخلص من اللحاء الداخلى بالتقطير البخارى ويحتوى على سينامالدهايد cinnamaldehyde (٥٠ - ٨٠٪) وعلى ١٠٪ يوجينول وصفر - ١١ سافرول safrole ولينالول ١٠ - ١٥٪ وكافور.

(Macrae)

وهناك *C. cassia* وهى تتصل بها واللحاء أسمك وهى حريفة أكثر من القرفة ولكن مذاقها أقل رقة وقد تستعمل فى الغش.

وتستخدم القرفة فى أطباق الحلوى واللحم خاصة لحوم الخراف. وتحتفظ القرفة بنكهتها كاملة. وعصيان القرفة سهلة الكسر وهذا يضايق فى الطبيخ لذا تستخدم الكاسيا. والمنتول المطهر للزيوت الطيارة يساعد فى الإحتفاظ بالأغذية.

(Stobart)

وتستخدم فى علاج الإنتفاخ والإسهال والقىء والدوخة. (Ensnminger)

يوجينول

سينامالدهايد

سافرول

كافور

لينالول

والأسماء: للقرفة: بالفرنسية cannelle ، وبالألمانية Zimt ، وبالإيطاليــــة cannella ، وبالأســـبانية canela.

وللكاسيا cassia: بالفرنسية casse ، وبالألمانيــة Kassie ، وبالإيطالية cassia ، وبالأسبانية casia.
(Stobart)

قرموط Clarias anguilloris

أنظر: سمك.

قرن الإبل plantain

الإسم العلمى Plantago (corono pus)
الفصيلة/العائلة: حمليات/لسان الحمل
Plantaginaceae

بعض أوصاف

دائم قصير بـدون ساق وأوراقه خضراء معرقة تنمـو مباشرة من الجـذر والأزهار صغيرة جداً مخضرة أو برونزية على سنبلات مركزية وهـذه عديمة الأوراق. وتؤكـل الأوراق الصغـيرة خـام والأكـبر تطبـخ كالسبانخ أو تهرس وتمرر فى غربـال ويعمـل منـها صلصة كريمة. كما يعمل شاى من الأوراق.
وهى تحتوى على كميات من فيتامين أ، ج.
(Ensminger)

قرانيا cornel

الإسم العلمى Cornus sp.
الفصيلة/العائلة: القرانية Cornaceae

بعض أوصاف

أوراق عكسية غير مقسمة متبادلة ويوجد بعـض الشعر علـى سـطح الورقـة والأزهـار فـى عنـاقيد نهائيـة. والثمـار حسلات تأكلـها الطيـور وهـى تقـع فـى مجموعتين: الثمـار تشبه العنبيات وهى فى عنـاقيد ولكنها منفصلة والأخرى الثمار من كل عنقـود تتحـد فى مايشبه الفراولة ويوجد حوالى ٤٠ صنف.

قرنفل cloves

الإسم العلمى Syzygium aromaticum (L.)
Eugenia caryophyllata Thumb
الفصيلة/العائلة: الآسية Myrtaceae

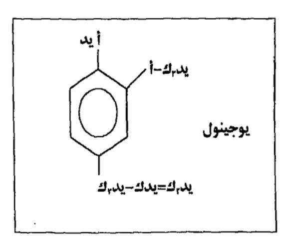
بعض أوصاف

القرنفل مثـل مسـامير صغـيرة ذات رؤوس مسـتديرة حوالى ١٠ - ١٧,٥ مم فى الطول ولونها أسـود بنـى إلى بنى محمر والساق تتكـون من تخت أسطوانى فـوق مبيـض يحتـوى عـدة بويضـات علـى مشـيمة محورية والـرؤوس تتكـون مـن أربعـة أسـنان كأسـية بارزة قليلاً وأربع بتلات غشائية وعـدة سـداة منحنية للداخل وتحيط بقلم كبير.
والسبلات لها بشرة لها عدة ثغرات ونسـيج وسـطى به قليل من الخيوط الوعائية وعدة غدد بيضاويـة زيتية وبلورات وردية من أكسالات الكالسيوم.
والقرنفل لـه رائحـة مبتلـة حريفـة قويـة ولـه مـذاق عطرى حريف. والـبراعم القرمزيـة تجمـع قبـل أن يتمدد التويج وتـوزع بالتساوى تحت الشـمس علـى أرضية أسمنت أو على حصائر وتقلب برقـة للحصـول علـى تجفيف متجانس وقـد تجفـف فـى مجففـات.

والقرنفل قد يمتص رطوبة إذا ترك -أثناء التجفيف- في العراء طول الليل وأخيراً فإنه يعبأ في أكياس تصنع من ورق جوز الهند وتخزن في حجرة جافة. وقد تفقد بعض الزيوت الطيارة أثناء التخزين.

ومن البراعم يحصل بالتبلر البخاري على ١٤ - ٢١٪ (وزن/وزن) زيت وهذا فينولي قوي وأهم مركب به اليوجينول ويستخدم في الأغذية المعاملة والأدوية ومن الساق يحصل على ~٥,٠٠٪ (وزن/وزن) زيت فينولي قوي أيضاً وأهم مركب به أيضاً اليوجينول. ويستخدم في تنكيه اللحوم وبديل رخيص لزيت البراعم أما أوراق القرنفل فتعطي زيتاً ١,٥ - ٢,٠٪ (وزن / وزن) وأيضاً فينولي قوي وأيضاً أهم مركب به اليوجينول ويستخدم كبديل رخيص لزيت الساق وفي الروائح ومع اليوجينول يوجد ٩٪ كاريوفيلين caryophyllene وخلات اليوجينول.

(Macrae)



والأسماء: بالفرنسية clou de girofle، وبالألمانية Nelke، وبالإيطالية chiôdo di garofano، وبالأسبانية clavo.
(Stobart)

قزح

ألوان قزحية/قوس قزح
rainbow colors

ألوان لاقزحية **achromatic colors**

أنظر: ألوان

قسطل/كستناء/أبو فروة **chestnut**

أنظر: أبو فروة

قسطلة الماء
water chestnut/water caltrop/ trapa nut

الإسم العلمي *Trapa natans* L.

الفصيلة/العائلة: أخدرية
Onagraceae (willow herb)

بعض أوصاف

قسطلة الماء عشب سنوي مائي ينمو في البحيرات وجذوره تنمو في التربة الطينية وورقه يعوم على سطح الماء وله سوق رفيعة مختلفة الطول وتحمل أوراقاً ريشية مغمورة عند العقد وتتجمع في وردة عند قمة الساق لونها أخضر غامق ولامع على السطح الأعلا ومن أسفل شعرية قليلاً مع لون بني أرجواني من أسفل. والأزهار محمولة عند إبط الأوراق للأوراق العائمة والأزهار لها شكل النُقل ٤-٥سم ولونها أرجواني بني مع شوكتين كل منهما ١ سم في الطول وكل واحدة على جانب.

والنُقل هو الجزء المأكلة ويؤكل بعد غليه وأحياناً يحمص وقد تطحن إلى دقيق لتحضير عجينة أو

للتخمر. وفى الصين يستخدم كمضاد للحمى وكقابض. (Macrae)
والثمار لها أربعة قرون خشبية.

والأسماء: بالفرنسية corniolle/chatargne d'eau/macre/saligot، وبالألمانية Wassernuss، وبالإيطالية frutto della castogno d'aqua. (Stobart)

قسطلة الهند | **horse chestnut**

الإسم العلمى *Aesculus hippocastanum*

قشد

قشدة | **chestnut**

أنظر: سفرجل (قشدة شبكية وقشدة شائكة)

قشريات | **crustacea/shell fish**

أنظر: أسماك صدفية

قشر البياض | **bagrus**

الإسم العلمى *Lotus niloticus*

أنظر: سمك

قصب

قصب السكر | **sugar cane**

أنظر: سكر

قصدير | **tin**

يوجد القصدير فى صورة ثانى أكسيد وأحياناً كبريتيد ولكن ليس حراً.

الوجود فى الأغذية

أكبر تعرض يأتى من العلب حيث يحفظ فيها الغذاء. ويحتاج المعدن لمحاليل حمضية قوية للذوبان وعلى ذلك فقليل من المعدن يصل للإنسان. وقد أستعمل المعدن فى السبائك والرقائق مثل بابيت babbitt (ق، نح، نت Sn, Cu, Sb) والبرونز bronze (ق، نح Sn, Cu) وبوتر pewter (ق، ر Sn, Pb) وربما وصل إلى الغذاء بعض القصدير من هذه السبائك. وكلوريد القصديروز(٢) يستخدم فى منع نخر الأسنان وفى معاجين الأسنان ومحاليل غسيل الفم. وحديثاً أستخدمت مركبات أورجانوتين organotin كمثبتات للدائن كلوريد عديد الفينايل.

ويمكن تقسيم مركبات القصدير إلى مركبات غير عضوية ومركبات عضوية.

المركبات غير العضوية: يوجد القصدير كثنائى التكافؤ قصديروز أو رباعى التكافؤ قصديريك. وهو يستخدم فى تغطية العلب وهو يذاب فى الحمض ويوجد على هيئة ثنائى التكافؤ على هيئة [ق س٣]⁻ $[SnX_3]^-$ فى حمض قوى وال س X قد يكون هالوجين halide أو عدة من أيونات سالبة أخرى. وقد يحتفظ به فى حالة القصديروز بحفظه فى ك أ٢. وفى المحاليل المخففة مركبات القصديروز(٢) يحدث لها حلمأة معطية أكسيد(٢) مميز وهو غير ذائب والحلمأة تتوقف على رقم جـيد

وفى جيد الموجود فى الأغذية طبيعياً يحدث حلمأة شديدة. وفى المحاليل المركزة فى وجود الأكسجين (هواء) فإن الشكل ثنائى التكافؤ يتأكسد إلى رباعى التكافؤ (ق٤ Sn_{IV}) وتسهل الأكسدة مع زيادة جيد ففى محاليل قوية مركزة يحدث توزيع للمعدن مابين ثنائى ورباعى التكافؤ فثنائى التكافؤ هو عامل إختزال قوى.

ومعظم الأشكال توجد فى شكل رباعى التكافؤ فأكسيد القصديريك(٤) وهو الشكل الأكثر وجوداً فى الطبيعة يذوب فى محاليل مائية لكل من الأحماض والقواعد وفى المحاليل الحمضية يسود الشكل [ق س٦]-٢ $[SnX_6]^{-2}$ وفى المحاليل القلوية فإنه يوجد على صورة [ق (أيد)٦]-٢ $[Sn(OH)_6]^{-2}$ وفى المحاليل المخففة فى غياب عوامل تعقيد فإن كل المحاليل المائية للـ ق٢ Sn_2 تميل إلى الحلمأة لإعطاء راسب من أكسيد قصديريك مميؤ. و ق كل٤ $SnCl_4$ كلوريد القصديريك سائل وله درجة غليان ١١٤ °م.

المركبات العضوية: المشتقات العضوية للقصدير ثنائى التكافؤ أو رباعى التكافؤ تنتج بواسطة الإنسان بكميات جوهرية والذوبان هو أهم الخواص فثنائى الميثيلتين dimethyltin وثلاثى الميثيلتين للكلوريد والبروميد ذائبة فى الماء. والمركبات الإيثيلية المشابهة أقل ذوباناً ومركبات القصدير ذات مجموعات الألكايل الأكبر والفينايل قليلة الذوبان جداً أو غير ذائبة فى الماء أما المركبات الرباعية للقصدير فغير ذائبة فى الماء تماماً.

وعند جيد متعادل وعلى درجات حرارة المحيطة العادية فإن الألكايل والإزايل لمركبات القصدير ثابتة فى الظلام ولكنها تتكسر فى الأشعة فوق البنفسجية وقد لوحظ هذا مع مركبات ثالث ميثيلين وثلاثى بيوتيلين وثلاثى فيتيلين ويحدث لها إزالة متتابعة لمجموعات الألكايل لتنتج فى النهاية ق+٤ Sn^{+4} غير عضوى.

وأهم تكوين لروابط قصدير-كربون فى البيئة يحدث خلال الممثلة methylation فأحادى الميثيلتين monomethyltin أنتج بملقح من مخلوط كائنات حية دقيقة من خليج التشيسابيك Chesapeake Bay مع كلوريد القصديريك وسلالة هوائية من (ب س ٢٤٤ PS 244) *Pseudomonas* أنتجت مختلف الميثيلتين من قصدير غير عضوى(٤) ولكن قليلاً جداً من قصدير(٢).

التأثير البيولوجى

قليل المعروف عن تأثير القصدير على الإنسان ولكن المركب الدوائى ستالينون Stalenon والذى يحتوى على يوديد ثلاثى ايثيلتين triethyltin تسبب فى موت حوالى ١٠٠ شخص. وهو يؤثر على نمو الفأر وكونه مغذٍ صغير فى الإنسان لم يعرف وربما سبب ذلك أنه تحت الظروف الفسيولوجية فإن مركبات القصدير غير العضوية تكون أيدروكسيدات غير ذائبة لايمتصها الجسم. ومعظم القصدير المأخوذ عن طريق الفم يفرز.

ومركبات ثلاثى الميثيلتين وثلاثى الإيثيلتين هى زعافات عصبية قوية وتنتج ضرراً سريعاً وشديداً

للجهاز العصبى المركزى. ومركبات القصدير ثلاثية الإشتقاق تبين أنها سامة للحشرات وإستخدام ثلاثى البيوتيلين tributylin لدهان المراكب نتج عنه التجمع فى المحار وبلح البحر mussels وتحليل السالمون المزروع بين أن السالمون جمع ثلاثى بيوتيلين الذى نضح من الدهان.

(Macrae)

والأسماء: بالفرنسية etain (m) ، وبالألمانية das Zinn.

(Stobart)

قضم

قيصوم (ذكر)	arbotanum / southern wood

الإسم العلمى *Artemisia abrotanum*

الفصيلة/العائلة: المركبة Compositae

مركبات أنبوبية الزهر tubuliferus composites

بعض أوصاف

إرتفاعها متوسط وأوراقها ضيقة وطويلة ومتشعبة لها رائحة الليمون الحامض والأزهار صغيرة صفراء.

الإستخدام

تستخدم الأوراق والأزهار طازجة أو مجففة وتصلح لتتبيل اللحوم المشوية وكذلك الأسماك.

وتقطع الأفرع بالأوراق والأزهار ويعمل منها حزم صغيرة تعلق فى الهواء الطلق فى الظل لتجف جيداً.

وطبياً تستخدم كمرهم أو كمادات مخففة بعد الغلى وتناوله مقوى لأجسام الأطفال الضعفاء والمصابين بتضخم الغدد اللمفاوية فى الرقبة أو البطن.

وتستخدم كذلك الأغصان العليا الحاملة للأشجار والأوراق الغضة قبل ظهور الأزهار.

والمواد الفعالة زيت عطرى ومادة الأنيولين inulin.

(الشنهابى وأمين رويحة)

قلس

أنقليس/ثعبان السمك	eel

أنظر: ثعبان السمك

قلقاس/آذان الفيل	colocasia

أنظر: آذان الفيل

قمح	wheat

أنظر: بر

قم

قمام آسى ، قمام أحمر ، قمام المناقع

أنظر: عنب الاحراج

قنبيط/قرنبيط	cauliflower

الإسم العلمى *Brassica oleraceae* Botrytis

الفصيلة/العائلة: الصليبية Cruciferae

القنبيط قريب من الكرنب ويزرع لأزهاره المأكلة وهذه تتكون من سويقات stalks سميكة متفرعة لحمية تكون رأساً مضمومة مستديرة تسمى الخثرة curd وهذه الخثرات عادة بيضاء أو كريمية وأحياناً أرجوانية خضراء ومعظم الأصناف سنوية ولكن

هناك ماهو مستديم ومابين ذلك. وتحتاج إلى التعرض إلى درجة حرارة منخفضة قبل أن تعطى الخثرة . والتفرقة بين الأصناف تعتمد على متطلبات البرودة - إذا وجدت - فالخثرات بعد تكوين الأوراق تتكون على درجات حرارة ٢٠ - ٢٥°م ولكن القنبيط فى الشتاء لايكون رؤوساً حتى يتعرض إلى درجات حرارة منخفضة والعتبة حوالى ١٠ °م.

التكوين والقيمة الغذائية

القنبيط يعطى معادناً وفيتامينات (الجدول ١).

المناولة والتخزين

يزرع أولاً عادة فى الربيع المبكر فى الخارج أو فى بيوت زجاجية ويجمع باليد وتؤخذ العناية ألايجرح حتى لايتعرض لفعل البكتيريا والعفن.

وهو يغلى أو يقسم ويخلل أو يجمد أو يستخدم خاماً فى السلطة.

كالابريز *Brassica oleraceae* Italica

ويسمى قنبيط الشتاء Italian broccoli وأسماء أخرى وهو يشبه القنبيط ولكن له سيقان أقصر وأسمك والرؤوس الزهرية ليست مكثفة إلى رأس صلبة ومابين العقد أطول والنباتات تنتج نبتات مزهرة إبطية بجانب الأزهار النهائى. ولون براعم الأزهار المكونة للجزء المأكلة يختلف من أبيض إلى أخضر إلى أرجوانى. والأزهار تكون متقدمة عند الحصاد عنه فى القنبيط. وفى القنبيط تتكون الخثرة من ميرستيم غير مختلف فى حين فى الكالابريز تتكون من براعم زهرية مختلفة تماماً وتختلف الأصناف بالنسبة للنضج واللون.

التكوين الكيماوى

(الجدول ١) يعطى التكوين الكيماوى.

المناولة والتخزين

يتم الحصاد فى الصيف مبكراً ويستمر إلى الخريف حيث تمنع درجات الحرارة المنخفضة النمو والمحاصيل المبكرة تنتج فى بيوت زجاجية وتجمع الأزهار قبل تفتحها باليد. وأولاً الإزهار النهائى ولكن الإزهار الإبطى يستمر ويحصد بعد ذلك. وتعرف الرؤوس بإسم الرماح spears ويمكن تخزينها لفترات قصيرة على صفر - ١°م مع رطوبة مرتفعة وهو يغلى والمعاملة بالتجميد.

والأسماء للقنبيط: بالفرنسية choux fleur ، وبالألمانية Blumenkohl ، وبالإيطالية cavolfiox ، وبالأسبانية coliflor. (Stobart)

كرنب أبو ركبة kohlrabi

الإسم العلمى

Brassica oleraceae Congylodes

وهو مصدر دائم ولكن يزرع كمحصول حولى لساقه المستدير المنتفخ والذى له نكهة تشبه اللفت والدرنة - الساق المنتفخة - تنتج فوق الأرض وبها آثار من أوراق ويوجد منها الأبيض والأرجوانى والأخضر.

المناولة والتخزين

ينتج من بذور ولكن قد ينتج من شتلات. والجزء المستدير يحصد قبل مرحلة اللجننة lignification وتزال الأوراق الزائدة وهو يطبخ ويقدم ساخنا والقيمة الغذائية فى جدول (١).

جدول (١): التكوين الكيماوى والقيمة الغذائية للقنبيط وقنبيط الشتاء وكرنب أبوركبة (لكل ١٠٠ جم من لحم خام).

المكون		القنبيط	قنبيط الشتاء	كرنب أبوركبة
الجزء المأكلة		٠,٤	٠,٦١	٠,٧٠
مـــاء	جم	٨٨,٤	٨٨,٢	٩١,٧
النتروجين الكلى	جم	٠,٥٨	٠,٧١	٠,٢٦
بروتين	جم	٣,٦	٤,٤	١,٦
دهـن	جم	٠,٩	٠,٩	٠,٢
كربوايدرات	جم	٣,٠	١,٨	٣,٧
طاقة	كيلوجول	١٤٢	١٣٨	٩٥
نشـا	جم	٠.٤	٠,١	٠,١
السكر الكلى	جم	٢,٥	١,٥	٣,٦
ألياف غذائية	جم	١,٨	٢,٦	٢,٢
صوديوم	مجم	٩	٨	٤
بوتاسيوم	مجم	٣٨٠	٣٧٠	٣٤٠
كالسيوم	مجم	٢١	٥٦	٣٠
مغنيسيوم	مجم	١٧	٢٢	١٠
فسفور	مجم	٦٤	٨٧	٣٥
حديد	مجم	٠,٧	١,٧	٠,٣
نحاس	مجم	٠,٠٣	٠,٠٢	آثار
خارصين	مجم	٠,٦	٠,٦	٠,١
كبريت	مجم	٥٥	١٣٠	–
كلوريد	مجم	٢٨	١٠٠	٣٤
منجنيز	مجم	٠,٣	٠,٢	٠,١
سيلينيوم	ميكروجرام	آثار	آثار	–
يـود	ميكروجرام	آثار	٢	١
كاروتين	ميكروجرام	٥٠	٥٧٥	صفر
فيتامين د	ميكروجرام	صفر	صفر	صفر
فيتامين ئى	مجم	٠,٢٢	١,٣	آثار
ثيامين	مجم	٠,١٧	٠,١٠	٠,١١
ريبوفلافين	مجم	٠,٠٥	٠,٠٦	آثار
نياسين	مجم	٠,٦	٠,٩	٠,٣
بيريدوكسين	مجم	٠,٢٨	٠,١٤	٠,١٠
فيتامين ب١٢	ميكروجرام	صفر	صفر	صفر
فولات	ميكروجرام	٦٦	٩٠	٨٢
حمض بانتوثينيك	مجم	٠,٦٠	–	٠,١٧
بيوتين	ميكروجرام	١,٥	–	–
فيتامين ج	مجم	٤٣	٨٧	٤٣

والأسماء للكرنب أبو ركبة: بالفرنسية chou rave ، وبالألمانية Kholsaki ، وبالإيطالية cavotropa. (Stobart)

قند

candies and sweets القند/الحلوى

أقدم أنواع القند كانت مبنية على العسل وكلمة حلوى candy مشتقة من الكلمة العربية قند للسكر. ومن الناحية التغذوية يساهم القند جوهريا فى الغذاء فالبروتينات من الألبيومين والجيلاتين فى النوجه فمثلا ١٠٠جم نوجة تحتوى ٤٠٪ من متطلبات الأحماض الأمينية اليومية. وهناك من يعتقد بأن علاقة ما توجد مابين مشاكل الأسنان وإستهلاك السكروز ففساد الأسنان (التسوس caries/decay) وإضطرابات اللثة (periondítis)

تحدث كنتيجة لفعل البكتيريا على بقايا الغذاء خاصة الأغذية المحتوية على سكريات والجسيمات الملتصقة والتى بها كربوايدرات كثيرة. فهذه الأغذية إذا تركت على صلة بالأسنان واللثة لأى مدة من الوقت فإن (فيلماً لصقاً) لويحة (plaque) تتكون بسرعة على سطح الأسنان وتحول البكتيريا السكريات إلى أحماض وهذه تهاجم مينا enamel الأسنان. كما أن البكتيريا فى اللويحة plaque يمكنها أن تنتج سموماً والتى تسمم (هوامس) اللثة مما يجعلها منتفخة (التهاب اللثة gingivitis) وإذا تركت بدون علاج فإن هذا يؤدى إلى إضطرابات اللثة وفقد الأسنان.

سكروز sucrose

السكروز هو مايسميه الناس سكر وهو بلورات بيضاء حلوة وله نقطة إنصهار مابين ١٦٠– ١٨٦ ^{o}م وتركيبه الجزيئى ك$_{١٢}$يد$_{٢٢}$أ$_{١١}$ فهو ثنائى السكر disaccharide ويتكون من جزىء جلوكوز وجزىء فركتوز.

وقوام القند هو نتيجة لحالة السكر "sugar "state فالسكروز يمكنه أن يوجد فى عدة أشكال فيمكنه أن يكون صلباً وشرابى كمحاليل من درجات مختلفة من التركيز أو كخليط مابين الصلب والمحلول وهناك حالتان مختلفتان للصلب للسكروز فهو إما أن يكون متبلراً crystalline أو غير متبلر زجاج amorphous glass. وحالة السكروز مهمة جداً فى تدبير القوام النهائى للقند. فعند تركيزات منخفضة فالقند يكون مشابهاً للشراب syrupy ولكن إذا زيدت كمية السكروز المذاب إلى نقطة التشبع فإنه مع الزمن والتبريد يكون السكروز المبرد بلورات. أما إذا قلب المحلول المشبع أو غذى ببذور السكروز أو برد سريعاً فإن البلورات المتكونة تكون صغيرة جداً والبلورات الصغيرة تعطى منتجاً دقيقاً له طعم فم طرى مثل كريم الفوندان والذى يبرد بسرعة من ١١٥ إلى ٢٠ ^{o}م. فالفوندان هو محلول سكر مشبع يحتوى مختلف السكريات وبه بلورات سكروز صغيرة منتشرة. والبلورات الصغيرة التى ترى فى ثلج جوز الهند coconut ice تتكون عندما يبرد الشراب ببطء من ١١٥ إلى ٥٠ ^{o}م فتتكون بلورات كبيرة جداً وكأحسن مايمكن إذا ترك الشراب المشبع على رف خال من أى إهتزاز فى جو جاف. وهذه البلورات "الصخرية" تعطى شعوراً بالصلابة فى الفم. والمحاليل فوق المشبعة للسكروز تنعقد إلى حالة صلبة وحيدة أو حالة صلبة معلقة فى الشراب والحالة الصلبة قد تكون إما زجاج غير متبلر أو بلورات. والمحاليل فوق المشبعة العالية للسكروز تنعقد إلى زجاج غير متبلر صلب.

ومن المهم معرفة تركيز السكروز فى المحلول وعند درجة حرارة الغرفة فإن جزئين من السكروز يمكن إذابتهما فى جزء واحد من الماء. وإذا برد هذا المحلول ببطء بدون تقليب فإنه يصبح فوق مشبع. وإذا أدفىء بلطف هذا المحلول فوق المشبع فإنه يمكن إذابة سكر جديد فيه بدون أن يتجمد الشراب. وكلما أضفنا سكروز وأذيب فإن نقطة الغليان ترتفع ولذا يمكن إستخدام درجات حرارة أعلا أثناء التصنيع وبذا يمكن إستخدام ترمومتر لمعرفة تركيز شراب يغلى. والضغط الجوى يؤثر على نقاط غليان المحاليل وصانعو القند

يفضلون تركيز المحاليل تحت فراغ مضبوط لأنه أرخص ويقلل خطر التكرمل غير المرغوب. ومحلول سكروز يغلى يذيب خمسة أمثال وزنه من السكر.

وعندما يبرد هذا المحلول ينتج منتجاً متبلراً وهو إما أن يكون كتلة متبلرة جزئياً حيث البلورات معلقة فى كتلة زجاجية أو كتلة سكروز متصلب كفسكوز (شبه لدنة) معلقة فى بقية المحلول. وإذا سخن نفس المحلول وكل الماء تبخر فإنه ينتج محلول سكروز فوق مشبع جداً والذى بالتبريد يتصلب إلى كتلة غير متبلرة. والكتلة شبه اللدنة والكتلة غير المتبلرة من أشكال السكروز هى أساس القند غير المحبب nongrained sweets مثل سكر الشعير.

القند المحبب وغير المحبب
grained & ungrained sweets

القند المحبب يحتوى على بلورات سكروز بينما القند غير المحبب ليس به أى سكروز متبلر ويجب حمايته من الرطوبة لأنه مسترطب فالماء الذى يؤخذ من الجو يمكن أن يكون كافياً للسكروز غير المتبلر لأن يذوب ثم يتبلر ويسبب فساد القند غير المحبب.

مانع التسكر the doctor

مانع التسكر doctor مادة تضاف للقند غير المحبب لمنع السكروز من التبلر. ومانع التسكر يمكن أن يعمل خلال عدة أسس فيمكن أن ينافس السكروز فى الماء المتاح أو فيزيقياً يمنع جزيئات السكروز من تكوين بلورات. وبعض موانع التسكر توقف تبلر السكروز بحلمأة السكروز إلى سكر محول. والسكر المحول يذوب أكثر من السكروز ولذا فهو أقل إحتمالاً لتكوين بلورات فى شبكة القند. وهذه الموانع يمكن أن تأخذ شكل إنزيم الانفرتاز أو أحماض مسموح بها فى الأغذية مثل الأحماض السيتريك أو الطرطريك (والذى يعطى طعم العنب) أو الماليك أو الفيوماريك أو اللاكتيك.

وفى درجات الحرارة العالية المستخدمة فى شراب حلوى السكر فإن أحماض الأغذية تميل إلى تحويل كثيراً جداً من السكروز إلى سكر محول وهذا صحيح حتى لو أستخدم الفراغ. والأملاح الحمضية الغذائية مثل كريم الطرطر (أى طرطرات البوتاسيوم/الصوديوم) فيضاف بنسب من ٠,٥٪ - ٠,٢٪ لإنتاج سكر محول بكميات مضبوطة.

القند البارد cold sweets

عدد من القند المحبب البسيط يمكن أن يعمل بعجن بلورات السكر مع شراب مناسب (أو عوامل ربط) إلى عجين وتشكيل قطع ذات أحجام مناسبة. وكريمة النعناع عبارة عن بلورات سكر دقيقة يمكن عجنها إلى شراب سكروز مشبع مع إضافة زيت النعناع للنكهة.

ومثال آخر للقند البارد هو الميرذبان والذى يصنع بطحن اللوز وبلورات السكر إلى عجينة دقيقة.

والحلوى/القند البارد يمكن أن يصنع بالحلة panning أو بالضغط compressing فالحلويات المصنوعة فى الحلة panned مثل اللوز المسكر لها طبقات من سكروز متبلر مرتبط بصمغ مكوناً قشرة جَشِبَة وهذه القشرة تتكون بتقليب النُقْل (أو أى

قطع قلب صلبة) في سكروز دقيق. والصموغ مثل الصمغ العربي تدخل ضمن السكر الدقيق للمساعدة على إلتصاق القشرة. ويمكن أن تضاف طبقة نهائية من شمع العسل لإعطاء القند لمعة. والأقراص المضغوطة تصنع عندما يضغط السكر الدقيق ليأخذ الشكل. وقطع الكراميل أو الحلوى الصغيرة lozenges هي إحدى أمثلة القند البارد وتصنع بعجن بلورات السكروز في الشراب مثل شراب الجلوكوز مع رابط مناسب ونكهات (والمواد النشطة التي يعتقد أنها تعالج الأمراض). والكتلة السكرية تلف إلى السماكة المطلوبة والشكل المطلوب بالضغط. وهذه العملية يجب ألا تشتمل على حرارة لأنها قد تهدم نشاط المركب الطبي. وقطع الكرامل أو الحلوى الصغيرة lozenges هي من أقدم وأبسط القند ويجب أن تجفف وتخزن جيداً للإحتفاظ بالنكهات الطيارة والمكونات النشطة وأول ماصنعت صنعت بتقليب السكروز في الجيلاتين المذاب مع التسخين حتى تصبح الدفعة سميكة وتعقد إلى جل متماسك بالتبريد. وتضاف النكهة مثل زيت الليمون وحمض السيتريك بعد التسخين قبل صب الخليط مباشرة على بلاطة مزيتة ويسمح لها بالعقد ثم تقطع إلى أشكال مناسبة.

السكريات الأخرى المستخدمة في القند

د-فركتوز: أو ليفيولوز وهو أحلى من السكروز (الجدول ١).

د- جلوكوز: أو ديكستروز أو سكر العنب.

السكر المحول invert sugar: وهذا خليط من الجلوكوز والفركتوز في كميات متساوية. والرابطة الجليكوسيدية بين الجلوكوز والفركتوز يمكن كسرها بالحمض أو الإنزيم وهو مانع جيد للتسكر فيمنع شراب السكر المركز جداً من تكوين بلورات السكر الكبيرة ويشجع تكون البلورات الصغيرة وهذا ضروري لنعومة كريم الفوندان والنعناع mints والفدج fudges. وتحويل السكروز إلى مكوناته من السكريات الأحادية (جلوكوز وفركتوز) يحتاج إلى جزيء ماء يدخل في هذه السكريات الأحادية وبذا تزال من تركيبة القند المركز ويزداد وزن السكر الصلب. وهذه الزيادة جوهرية عندما تصنع كميات كبيرة جداً من القند.

والسكر المحول يسترطب وكثيراً مايدخل في القند المضيغ لمد عمر الرف له بوقف جفافه بحيث يصبح قصِفاً.

الانفرتاز: هذا هو الإنزيم الذي يحول السكروز إلى جلوكوز وفركتوز ويدخل في منتجات مثل الكريز المغطى بالشيكولاتة لمنع التبلر الزائد.

إيزوميرات الجلوكوز glucose isomerase: يحفز تحويل الجلوكوز إلى فركتوز فعندما يمرر السكر المحول في عمود يحتوي إنزيماً مثبتاً على دعم خامل مناسب فإن بعض الجلوكوز يتحول إلى فركتوز والشراب يصبح أحلا من السكر المحول وهو يستخدم مع التركيبات المحتوية على جلوكوز لزيادة حلاوتها.

الجدول (١): الحلاوة النسبية.

سكروز: ١، فركتوز: ١,١، جلوكوز: ٠,٧، سكر محول: ٠,٧ – ٠,٩، لاكتوز: ٠,٤، سوربيتول ٠,٥، سكارين: ٣٠٠ – ٥٠٠، اسبارتام: ٢٠٠، أسيسولفام ك: ١٣٠، توماتين: ٢٥٠٠، سيكلامات: ٣٠، ثيوهسبريدين د ج: ٢٠٠٠

كارامل caramel: الكـارامل مخلـوط مـن مركبـات مشتقة من السكروز فـالتكرمل عملية كيماوية معقدة تنتج بسـرعة عـدداً كبـيراً مـن مختلـف المنتجـات فعندما يسخن السكروز فى محاليل مركزة فإنه يتكسر أولاً إلى سـكريات أحاديـة: جلوكـوز وفركتـــوز ثـم تتحول هذه إلى الأندريدات

$$\text{ك}_{٦}\text{يد}_{١٢}\text{أ}_{٦} \longrightarrow \text{ك}_{٦}\text{يد}_{١٠}\text{أ}_{٥} + \text{يد}_{٢}\text{أ} \quad (١)$$

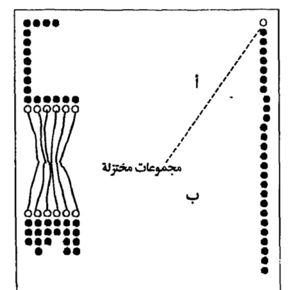
جلوكوز ← جلوكوزان + ماء

وأندريـــدات الســكر تكــون ثنائيـــات dimers والمجلـوط يصبح أكثر جفافاً بالتسـخين وتبتـدىء السكريات فـى تكويـن مبلمـرات ومنتجـات تكسـير معقــدة مثــل الأيدروكســى-ميثيــل فــيرفيورال hydroxymethyl furfural ونتيجة لهذه التغيرات فإن المخلوط يكـون لونـاً ونكهـة وينخفض رقم جـيد وهذه الحموضة تشجع حلمـأة جديدة وإنتـاج سـكر محول من السكروز المتبقى.

جلوكوز/شراب الــذرة glucose/corn syrup: يـأتى الجلوكــوز مـن النشـا وخاصـة الـذرة فيحضر بتحليل النشا إلى جلوكـوز وإذا كسرت فقـط بضـع روابط جليكوسيدية فإن عـدداً كبيراً من منتجـات مختلفة يصبح ممكناً. والمنتجـات تصبح خليطـاً مـن جزيئات عديـد جلوكـوز مع إختلاف طـول السلسلة من طويلة جداً إلى قصيرة جداً وجزيئات جلوكـوز. والشراب الأكثر لزوجـة يحتـوى تركيزات أعـلا مـن الجزيئـات الكبـيرة بينمـا الجزيئـات الصغـيرة مثـل الجلوكـوز والمالتوز (٢جلوكـوز) تسود فـى الشـراب الأقـل لزوجـة. وشـراب الـذرة يوصـف بمكـافىء الدكسـتروز (ك.د DE) وتحويـل كـامل للنشـا إلى جلوكوز له قيمة ك.د DE ١٠٠ (المعادلة ٢)

$$\text{ك.د} = \frac{\text{عدد السكريات المختزلة}}{\text{العدد الكلى لوحدات الجلوكوز}} \times ١٠٠ \quad (٢)$$

وقيمـة ك.د DE لاتبـين أى السـكريات موجـودة ولكنها تظهر نسبة المخلوط من عديـد السكريات بها مجموعـات مختزلـة. وعلـى ذلـك فمـن الممكـن لأشربة مختلفة التكوين أن يكون لها قيم ك.د DE متماثلة. والصـورة ١ تبـين مثلـين بسـيطين لشـراب الذرة الذى له نفس قيمة ك.د DE ٢٣ ولكن تكوين مختلف تماماً.



الصـورة (١): مخلوطـان مختلفـان مـن عديـد الجلوكوز لهما ك.د DE متماثل. وكلا المخلوطين أ، ب يمكن أن يكونا منتجات محلمأة لجزىء نشا طولى يحتـوى ٢٦ وحدة جلوكـوز. وبـالرغم مـن إختلاف طول السلسلة بين المخلوطين فلها ك.د متمـاثل وقـد كسـرا إلى نفـس عـدد الأجـزاء وبـذا فكلاهما يحتوى ست مجموعات مختزلة.

وكقاعدة عامة الأشربة ذات ك.د DE المنخفضة عادة صلبة ولها لزوجات مرتفعة وليست ذات حلاوة خاصة ولايمكن تخميرها ومسترطبة. والأشربة ذات قيم ك.د DE العالية عادة شرابية syrupy ولها لزوجات منخفضة ومذاقها حلو ويمكن تخميرها وتناضحها عالٍ. وهناك خمسة أنواع من المحليات المؤسسة على الذرة وهي:

أشربة الذرة corn syrups: وهذه محاليل مائية ومنقاة ومركزة لبضع سكريات oligosaccharides من النشا وقيم ك.د DE هي ٢٠ أو أكثر ويوجد عدة أنواع منها:

تحويل منخفض ٢٨-٣٧ ك.د DE
1. low conversion

تحويل منتظم ٣٨-٤٧ ك.د DE
2. regular conversion

تحويل متوسط ٤٨-٥٧ ك.د DE
3. intermediate conversion

تحويل عالٍ ٥٨-٦٧ ك.د DE
4. high conversion

تحويل خاص > ٦٨ ك.د DE
5. extra-high conversion

سكريات ذرة خام ٨٠-١٠٠ ك.د DE
6. crude corn syrups

وتختلف خواص أشربة الذرة مع تكوينها وعموماً فهي تستخدم لإعطاء حلاوة ولضبط التحبب graining أي أنها تعمل كمانع تسكر وللإحتفاظ بالرطوبة (وكلما كانت قيمة ك.د DE أعلا كلما كان أحسن) ولإعطاء جسم وتماسك مضغي.

مواد صلبة لشراب الذرة / شراب ذرة مجفف/ شراب جلوكوز مجفف / corn syrup solids :dried corn syrup / dried glucose syrup هذه أشربة ذرة مع إزالة معظم الماء بطرق فيزيقية مثل التجفيف بالرذاذ أو التجفيف تحت فراغ على أسطوانات وهي تكون بلورات حبيبية أو منتجات مساحيق غير متبلرة. وهي متوسطة الحلاوة ومتوسطة الإسترطاب ولذا يجب حفظها في أوعية مضادة للماء.

المالتوديكسترينات maltodextrins: هذه محاليل مائية أو مساحيق مجففة منقاه ومركزة لسكريات ثنائية مشتقة من النشا ولها قيم ك.د DE أقل من ٢٠ وهي تجفف إلى مساحيق بيضاء تنساب بسهولة وهي مسترطبة ويجب تعبئتها بعناية.

سكر ذرة خام / دكستروز مميأ crude corn sugar / hydrated dextrose: وهي تحتوى أساساً جلوكوز ويوجد ١ - ٨,٥٪ ماء تبلر مرتبط مع الصلب.

دكستروز غير مائي dextrose anhydrous: جلوكوز متبلر دون أي ماء.

أشربة الذرة عالية الفركتوز (ش.ذ.ع.ف HFC) high-fructose corn syrups: ايزوميرات الجلوكوز يحفز تحويل الجلوكوز إلى فركتوز وأي أشربة ذرة تحتوى الجلوكوز يمكن أن تصبح أكثر حلاوة بمعاملتها بأيزوميرات الجلوكوز و ش.ذ.ع.ف HFC رائق وحلو وعديم الطعم والأشربة منخفضة اللزوجة هي وظيفياً مكافئة للسكر المحول. ولأن النشا يحتاج إلى أن يحلمأ جزئياً أي أن الشراب

الأصلى يمكن أن يتكون من خليط من الجلوكوز والمالتوز وبضع سكريات عالية قبل معاملتها بأيزوميرات الجلوكوز فإن أشربة الفركتوز التجارية متاحة فى مختلف اللزوجات والحلاوة وهى قد تكون أحلا كثيراً عن محلمآت النشا الأصلية. وهى تضبط تبلر السكر وعلى ذلك فيمكن إستخدامها كمانع تسكر. وهى تعطى ضغطاً تناضحياً فى تركيبه حلوة أحلا من السكروز أو السكر المحول وهذا يجعل ش.ذ.ع.ف HFC أكثر كفاءة فى حفظ الأغذية لأن نمو الكائنات الدقيقة يوقف عند الضغوط التناضحية العالية. ويخلط ش.ذ.ع.ف HFC مع المحليات والأحماض والنكهات ويعطى مواد تفاعل لتفاعلات مايارد Maillard البنية وهذا قد يكون أو لايكون مفيداً.

اللاكتوز lactose: يتكون من جزىء جلوكوز وجزىء جالاكتوز ويكون ٥-٨٪ من لبن الإنسان ، ٤-٦٪ من لبن البقر وذوبانه أقل من السكريات التى ذكرت سابقاً ولذا تدخل فى القند حيث يتطلب نوعاً من التحبب. وكذلك فى التغطيات المقصود بها وجود حاجز هجرة للرطوبة. وبلورات اللاكتوز صغيرة وصلبة ومحببة وتنساب بسهولة نسبياً ممايجعلها تصلح للضغط للأقراص. واللاكتوز أقل حلاوة من السكروز أو الجلوكوز ولذا يدخل فى القند حيث الحلاوة يجب أن تكون منخفضة. وهو له خواص جوهرية للإحتفاظ بالرطوبة والنكهة.

المحليات منخفضة السعرات
low-calorie sweeteners

السوربيتول sorbitol: هذا كحول يوجد فى المملكة النباتية ويمكن إشتقاقه بالإختزال الكيماوى للجلوكوز. وهو يمكن أن يعمل كمكون ومثبت للرطوبة humectant ومدى تثبيته للرطوبة يمكن أن يحفظ القند طرياً لمدد طويلة. وهو يستخدم كعامل مطرى فى كل من القند المحبب وغير المحبب وهو يصلح مع مرضى البول السكرى ولكن فى مستويات عالية يمكن أن يعمل كمسهل. وكذلك الزيلوتول xylitol ولكنه لايستخدم الآن لإحتمال تسببه للإصابة بالسرطان.

سكارين saccharin: وهو ٣٠٠ - ٥٠٠ مرة قدر حلاوة السكروز ولكن له خُلْفَة مميزة مرة. وهو يستخدم بنسبة ٢,٥ - ٥,٠ مجم/كجم من وزن الجسم.

أسبارتام aspartame: هو عبارة عن حمضين أمينيين: حمض الاسبارتيك والفينيل الانين مرتبطان بمجموعة ميثايل. وهو ٢٠٠ مرة حلو كالسكروز وليس له أى خُلْفَة ويتكسر على درجة حرارة الغرفة ببطء ولكن بسرعة على درجات الحرارة العالية مما يجعله غير صالح لمنتجات الخبيز. ويسمح بـ ٨٠٠ مجم/كجم فى الجيلاتى وفى المشروبات الخفيفة ٦٠٠ مجم/لتر.

أسيسولفام ك acesulphame K: وهو يحتوى كبريتاً ونتروجيناً وهو ١٣٠ مرة أحلى من السكروز.

ثوماتين thaumatin: وهو يأتى من النبات *Thaumatococcus daniellii* وهو ببتيد كبير ومذاقه يزداد ببطء ويستخدم مع العلاك والمربى وصلصة الصويا.

سيكلامات cyclamates: وهى أحلى ٣٠ مرة أكثر من السكروز وقد منعت فى ١٩٦٩.

نيوهسبيريدين د.س neohesperidine DC: وهى تشتق من البرتقال وتستخدم فى بيرة البلجيك.

وقد تم تحضير اليتام alitame وهو ببتيد ثنائـــى. كما غير تركيب السكروز فى السكرالوز sucralose حيث استبدلت ثلاث من مجموعات الأيدروكسيل فى السكروز بذرات كلــور والناتج ٦٠٠ مرة أحلا من السكروز ولكن يجب إثبات الإحتياج إليها قبل أن تختبر للإستخدام في الغذاء. ومعظم المحليات ذات السعرات المنخفضة لاتستطيع إعطاء حجم أو وزن أو طعم مما هـو متوقع من السكروز.

عوامل تكوين الجل والجيلى
gelling agents & jellies

القنـد المشـابه للجيلـى هـو أساسـاً خليـط مـن الكربوايدرات عوملت إلى نظام غروى ثابت ولها تلازج شبه صلب. وعـادة الكربوايدرات عبارة عن نشا محور أو آجار أو بكتين والمكونات تشمل السكر والسكر المحول والدكستروز وشراب الذرة وكذلك الأحمـاض العضوية مثـل الستريك أو المـاليك أو الطرطريك وكذلك المنكهات ومانعات التسـكر. ومكون الجل يمكن أن يكون الجيلاتـين أو النشا أو البكتين أو الآجار. وتركيبة جيلى بكتين المـوالح يمكن أن تكون ١٠٠جزء أحسن سكر أبيض، ٧ جزء بكتين موالح، و١٠٠جزء شراب ذرة ك.د DE ٤٢، ١٠٠جزء ماء ، ٠,٥ جـزء حمـض سيتريك. ولمنـع التكتل ينشر البكتين فى ١٠جزء من السكر فى وعـاء ويضاف الماء ببطء ويقلـب فـى المخلـوط الـذى يسخن ويوصل إلى الغليان ثم يضاف شراب الذرة ببطء أثنـاء غليـان المخلـوط وبقيـة أجـزاء السـكر (٩٠جزء) تذاب تماماً وتسخن الدفعة إلى ١١٥°م فينتج محلول به ٨٢,٥٪ مواد صلبة فيبرد المخلوط ويضاف الحمض المذاب فى أقل قدر من المـاء وتتكـه الدفعـة وتلـون وتخلـط بعناية بـدون لمـس جوانـب الوعـاء فإذا لمس المقلـب جـانب الوعـاء تنفصل أجزاء صلبة من الجيلى وتعطى "كتل صلبة hard lumps" فـى النـاتج النـهائى. ثـم يؤخـذ المخلـوط فـى القوالـب ويـترك فـى مكـان دافـىء لينعقد وعنـد إستخدام قوالب نشا فإن الجيلـى لـه نهاية تشبه المسحوق. ثم يمرر الجيلـى المنعقد فى مكن للتفريش ولايفقد إلا قليلاً من المواد فالآجار أو جيلى البكتين يقطع ويستخدم كمالىء فـى نوجه الفواكه.

بكتين pectin: وهـو إستر ممثل methoxylated جزئياً لحمـض عديـد الجـالاكتيورينيك. والبكتـين يذوب فـى المـاء ولكـن يجـب إنتشـاره تمامـاً فـى المكونات الجافة وإلا كون كتلاً. والمستويات العالية من الكربوايدرات تؤثر على ذوبان البكتين وتكـون جلاً فقط فى محاليل حمضية وإذا أصبح المحلـول قاعدياً فالجل يتكسر.

آجار agar: وهو يعطى جيلى ولكن ليس له قـوام جيد وهـذا الجل يظهر إندغام الجل ولـذا يُجْمَـع مـابين الآجـار مع البكتين أو النشـا أو الجيلاتـين أو الصمـوغ. والآجـار يكـون جـل طـرى (٠,٢٪ وزن/وزن) وعنـد ٠,٥٪ ينعقـد بتماسـك. وتختلـف خواص الآجار تبعاً لمصدره.

الجل المبنى على الجيلاتين
gelatin-based gels

جيلى الصغير Jelly baby: يمكن أن يتكون من: ٤٠ جزء سكر، ٤٠ جزء شراب ذرة، ٦٠ جزء ماء، ٨ جزئ جيلاتين، ٠,٧٥ جزء مسحوق حمض السيتريك. فيذاب السكر فى الماء ثم يضاف شراب الذرة ويغلى المخلوط إلى ١٢٠°م ويميؤ الجيلاتين قبل إضافته إلى مخلوط السكر الساخن ثم يسمح للمخلوط بأن يبرد قبل إضافة حمض السيتريك والمنكهات ومواد التلوين. ثم يصب القند فى قوالب نشا مناسبة.

الخطمى marshmallow: وقد تسمى رغاوى السكر المثبتة والهواء المنتشر فى القند يثبت ببروتين مثل الجيلاتين أو بياض البيض أو البيومين نباتى أو بروتين الصويا وقد تكون التركيبة كالآتى:

٢٨ جزء سكروز وإذا قلت كثيراً يصبح المنتج عديم المذاق وإذا زادت كثيراً يصبح المنتج محبباً.

١٢ جزء شراب ذرة من الأنواع ذات قيم ك.د DE العالية لأنها لاتؤثر عكسياً على الخواص الخفيفة للمخلوط وهذه الأشربة لها ميل كبير للماء فهى تحتفظ بالرطوبة.

١٢ جزء سكر محول ويدخل كمثبت للرطوبة.

١,٥ جزء جيلاتين وهو البروتين الذى يعطى جسماً للخطمى.

٠,٥ جزء البيومين بيضة أو أى بروتين خفق آخر.

١٣ – ١٥ جزء ماء.

والرطوبة المضبوطة هامة لأنها تفقد خلال التحضير فيستخدم أكثر مايمكن من الماء لأن مستويات الرطوبة العالية تحسن الطراوة وخواص الأكل وإذا كان الماء قليلاً جداً يصبح القند جَشياً.

وإذا لم يضاف الجيلاتين فإن شراب السكر لايخفق إلى التلازج المطلوب الخفيف فالجيلاتين يكون تركيباً خيطياً fibril structure خلال الدفعة فى الخطمى ويحتفظ بالرطوبة. والجيلاتين الذى ينعقد بسرعة مفضل.

تضاف كميات مختلفة من صودا الخبيز لضبط رقم جـ.يد إلى حوالى ٥-٦ وتحت هذا الرقم يحدث أندغام جل ولكن أعلا من ذلك فالخطمى يتلون بألوان غير مرغوبة وأحياناً تضاف الفانيلا. وكذلك تراب النشا الدقيق على السطح يمنع القند من الإلتصاق.

وجودة الخطمى تتوقف على تماثل الهواء المنتشر وتركيب الجدار الرفيع. كما أن معدل الخفق ودرجة الحرارة مهمتان فى الحصول على نتائج جيدة.

ويصنع الخطمى بإذابة الجيلاتين فى الماء ثم تنقع كل المكونات مع بعضها فى ماء دافىء ثم تصفى لإزالة أى بقايا صلبة ثم يضرب المخلوط جيداً. وتستخدم المصانع خلاطات دفعات ذات جاكتة ماء ولها ضرابات أفقية تضرب ١٥٠ دورة فى الدقيقة. وهذه الخلاطات تسع حوالى ٨٠ كجم من الخطمى الخام. والمخلوط المضروب يخرج إلى ألواح ويقطع إلى مربعات منتظمة أو يمرر خلال قَطّارَات funnel-dropper قمعية إلى قوالب نشا متربة بنشا حر.

النوجة nougat

تركيبة النوجة يمكن أن تكون: ٦ أجزاء سكر، ٣ أجزاء عسل نقى، ٣ أجزاء شراب ذرة، ١ جزء ألبيومين بيض، ٥ أجزاء مسحوق سكر.

وينقع البيومين البيض طول الليل في ماء يغطيه وثاني يوم يقلب البيومين البيض المميؤ ويصفى ثم يضرب إلى رغاوى متماسكة بقدر الإمكان ويطبخ السكر والعسل وشراب الذرة معاً حتى تصل درجة الحرارة إلى ١٣٥ - ١٣٨°م وهذا المخلوط يصب بعد ذلك في بياض البيض المضروب (خلاطات النوجة تشبه خلاط الخطمي ولكنها أكثر شدة). ثم يضاف ٥ أجزاء من السكر ويضرب المخلوط أو يقلب على حمام ماء ساخن ثم يضاف النُقل والمكونات الأخرى. والمخلوط يصب في قوالب ويغلف لحمايته من أن يصبح ملتصقاً.

صموغ الفاكهة fruit gums

التركيبة العامة هي: ٨ أجزاء سكروز، ١٠ أجزاء شراب ذرة ، ٧ أجزاء ماء، ١ جزء جيلاتين، ٨ أجزاء لب الفاكهة ، ٨ أجزاء صمغ عربي، ٠,٢ جزء حمض سيتريك.

يميؤ الجيلاتين في بعض الماء ويذاب الصمغ العربي ويصفى خلال منخل دقيق ويحتفظ به دافئاً ويغلى لب الفاكهة والسكر والشراب معاً حتى ١٥٢°م. ويخلط هذا المخلوط مع محلول الصمغ ويقلب جيداً. ثم يضاف الجيلاتين المميؤ ثم الحمض واللون والنكهة ويترك المخلوط ليبرد ويروق. وأخيراً الصمغ الذي يبرد يصب في قوالب ويترك لينعقد.

عوامل تكوين الجل الأخرى
other gelling agents

الصمغ العربي Arabic gum: يختلف لون الصمغ العربي من أصفر إلى أحمر داكن والصمغ الأغمق له نكهة غير مرغوبة نظراً لوجود التانينات. وذوبانه في الماء مرتفع ويمكن أن يكون أكثر من ٥٠٪ تركيز على ٢٤°م. وهذا يعطي جلاً ذا لزوجة عالية شبيه بنشا عالي التركيز والجل يحتفظ بنفسه على مدى متسع من جيد. وهو يستعمل لتثبيت المستحلبات والمواد الصلبة في صورة عجينة مثل قطع الكرامل والحلوى lozenges ويمكن إستخدام الصمغ العربي كقشع glaze. وهو معقد التركيب ولكنه يتكون من أملاح كالسيوم ومغنيسيوم وبوتاسيوم لحمض الجلوكورونيك مع جالاكتوز وأرابينوز.

تراجاكانت tragacanth: هذا يأتي من العشب ذي الأشواك *Astagalus*. وهو يقاوم الحلمأة الحمضية وهذا هام في التركيبات التي تحتوي أحماضاً وهو ينتفخ في الماء وإذا سخنت المياه فإنه يأخذ ماء أكثر مكوناً محلولاً لزجاً. ولكن للأسف يكون مشتقات غير ثابتة تنفصل مع الوقت إلى صل ووحل ويحدث هذا حتى في جيد الثابتة له من ٥ - ٦ وللتغلب على ذلك يضاف الجيلاتين وليس الصمغ العربي لأنه يسبب ترسيب صمغ التراجاكانت.

صمغ الخروب locust bean gum: ويأتي من بذور الخروب وهو يتميز بأنه يثخن مع الوقت بدلاً من التكسر ولذا يضاف للقند ليثبته أي ليمنع إندغام الجل syneresis والإنكماش والتشقق والفصل وهذا صحيح خاصة لجل الآجار.

صمغ جوار guar gum: وهذا يذوب في الماء البارد ولذا يستخدم في التركيبات التي لايمكن

تسخينها. وهو يقاوم إندغام الجل عندما يضاف إلى جل النشا وهو مثال جيد للمواد التى تعود للحالة السائلة بتقليب الجل. (أنظر: صموغ)

القند ذو المحتوى الدهنى العالى
sweets with high fat contents

كارامل caramel

الأنواع غير المحببة من القند المضغى تصنع من سكروز ودهن وشراب ذرة (ك.د DE له الميزة المضغية المرغوبة) ومواد صلبة لبنية. ونسبة جوامد السكر إلى جوامد شراب الذرة (بمافيها ١٢ – ١٥٪ رطوبة) هى أن الكربوايدرات تبقى ذائبة والدكسترينات تعطى الجسم أو القوام المضيغ وجوامد اللبن تساهم فى النكهة والقوام. والدهن عادة من مصادر نباتية مثل فول الصويا وجوز الهند وزيت بذرة القطن نظراً لخواصها التخزينية الممتازة فتضاف لإعطاء الجسم والتشحيم. والتركيبة: ١٠ أجزاء سكر، ٣٠ جزء شراب ذرة، ٢٣ جزء شرش مكثف محلى، ٥ أجزاء سكر محول، ٣ أجزاء بروتين صويا، ٩ أجزاء دهن، ٠,١٢٥ جزء ليسيثين، ٠,٢٥٠ جزء ملح، (الشرش المكثف المحلى يحتوى ٣٨٪ جوامد شرش، ٢٤٪ ماء، ٣٨٪ سكروز).

ويخلط مسحوق بروتين الصويا والسكر معاً ويضاف الماء (مع الإستمرار فى تقليب المخلوط) حتى يصبح المخلوط عجينة سميكة خالية من الكتل فتخلط المكونات الأخرى منها وتطبخ حتى ١٢٧ – ١٢٩ °م قبل الصب على لوح بارد وتقطع وتشكل وتلف.

الفَدْج fudge

يحتوى الفَدْج على لبن أو كريمة للنكهة والناتج له قوام محبب طرى. والتركيبة: ٢ جزء سكر، ٨ أجزاء ماء، ١ جزء زبد مملح، ٢,٥ جزء لبن مكثف. والسكر والماء يغليان معاً ثم يضاف الزبد ثم بعد ذلك اللبن المكثف ويقلب المخلوط بإستمرار حتى تصل درجة الحرارة إلى ١٢١ – ١٢٤ °م ثم يصب على لوح مبتل ليبرد. ثم يرش الماء على المخلوط المبرد ويكرم creamed in ويغطى الفَدْج بقماش مبتل ويترك لمدة يوم على الأقل.

بونبون الفاكهة fruit drops

التركيبة العامة: ٤٥ جزء سكروز، ٢١ جزء شراب الذرة، ١٥ جزء عصير فاكهة وتسخن المكونات إلى ١٤٩ °م ثم تبرد بسرعة. ويستخدم السكر الجاف فى القند الصلب منفصلاً عن السكر السائل بسبب نسبة السكر إلى الماء العالية فى الناتج النهائى. ويستخدم ثلاثة أنواع من أشربة الذرة فى القند الصلب: ١- ك.د DE ٣٦-٣٨. ٢- ك.د DE ٤٢ (١٩٪ دكستروز، ١٤٪ مالتوز). ٣- ك.د DE ٤٢ (٦٪ دكستروز، ٤٩٪ مالتوز). والعمل الأساسى لشراب الذرة هو ضبط درجة التبلر ولكنها أيضاً تضبط مستوى الحلاوة وهى عادة أرخص من السكروز وتضيف الجسم. وكيماوياً القند الصلب محلول فوق مشبع يحتوى جزيئات من الماء والسكر وشراب الذرة بحيث تكون متوازنة جيداً وموزعة بانتظام.

بَتَرْسكُوتش butterscotch
هو شبيه ببنبون الفاكهة إلا أن التركيبة تحتوى زبداً وفانيليا للنكهة وعادة لايشتمل على شراب ذرة ولكن يستخدم كريمة الطرطر كمانع للتسكر. وتسخن المكونات إلى درجة حرارة أقل من بونبون الفاكهة والسكر والماء يسخنان لإذابة البلورات تماماً ثم تضاف كريمة الطرطر ويغلى المخلوط إلى ١١٦°م ليكون سكراً محولاً فيزال المخلوط من الغليان ويضاف الزبد ثم يعاد تسخين المخلوط إلى ١٤٣°م ثم يبرد ويضاف الفانيليا ويترك القند لينعقد فى أشكاله المستطيلة.

النعناع الصلب hard mint
التركيبة يمكن أن تكون : ١٢ جزء سكروز ، ٣ جزء شراب ذرة، ٥ جزء ماء وزيت النعناع ولون أزرق ملكى royal blue color.
ويغلى السكر وشراب الذرة والماء إلى ١٥٠°م ثم يوضع أثر من اللون الأزرق الملكى لمعادلة أى لون أصفر ثم يصب المخلوط على لوح مزيت ويبرد قبل أن يعجن مع زيت النعناع. وبعد التبريد يشد الشراب حتى يتحول إلى أبيض وساتانى والتأثير الأبيض المعتم opaque يرجع إلى هواء يدخل عند الشد ثم يقطع إلى الأشكال المرغوبة.

كريمة النعناع cream mint
تنتج كريمة النعناع بطريقة مماثلة فيما عدا أن التركيبة تحتوى شراب ذرة أقل (٢ جزء) و ٠,٧٥ جزء من سكر (مسحوق) icing تدخل فى التركيبة. وعندما يعجن هذا الشراب مع زيت النعناع يضاف أيضاً سكر (مسحوق) icing وبذا تحتفظ بتحببها الطرى عندما تبرد.

النعناع المضغى chewy mints
وهى لها التركيبة: ١٠ أجزاء سكروز ، ٢ جزء ماء، ١٠ جزء شراب ذرة، ٤ جزء سكر محول ، ١ جزء زيت نباتى مصلب/مهدرج.
ويطبخ السكروز والشراب والماء حتى يغلى ثم يضاف جزء واحد زيت نباتى مصلب (نقطة الذوبان ٣٣ - ٣٧°م) ويستمر الطبخ حتى تصل درجة الحرارة إلى ١٢٣°م فيصب المخلوط على لوح مزيت ويعجن مع زيت النعناع قبل أو يشد ويقطع إلى أشكال.

عرق سوس liquorice
يضاف السكر والدقيق إلى شراب عرق سوس لجعله أرخص. وهذا يحضر بتقشير الجذور وقطعها وطبخها على نار حتى يحصل على شراب سميك والذى ينعقد بتركه. وهناك أربعة أنواع من قند العرق سوس: صلب، ومقولب، وطرى ، وكل أنواع عرق سوس. والمكونات تشمل دقيق القمح والسكر البنى والجلوكوز وعرق سوس والجيلاتين والكارامل والماء واللون ونكهة الينسون.
(Macrae)

أنظر: عرق سوس

الأهمية الغذائية
يعطى الجدول (٢) بعض القيمة الغذائية لبعض أنواع القند.

جدول (٢): بعض القيمة الغذائية لبعض أنواع القند.

النوع	حجم التقديم (جم)	الطاقة سعر	الطاقة كيلوجول	بروتين (جم)	كربوايدرات (جم)	دهن (جم)	سكريات كلية (جم)
شكولاتة							
لبن	٥٠	٢٦٥	١١٠٧	٤,٢	٢٩,٧	١٥,٢	٢٨,٣
سادة	٥٠	٢٦٣	١٠٩٩	٢,٤	٣٢,٤	١٤,٦	٢٩,٨
فاكهة ونُقل	٤٩	٢٤٣	١٠١٩	٤,٢	٢٨,٠	١٣,٦	٢٦,٩
النُقل كامل	٤٨	٢٦٩	١١٢١	٤,٦	٢٣,١	١٨,٢	٢٢,٢
جوز هند	٥٨	٢٧٤	١١٤٨	٢,٨	٣٣,٨	١٥.١	٣١,١
كارامل ونوجة	٦٣	٢٧٨	١١٦٧	٣,٣	٤١,٩	١١,٩	٤١,٤
سودانى	٦٢	٣١٥	١٣٢١	٧,٠	٣٤,٤	١٦,٥	٣٣,٧
توفى وبسكويت	٥٨	٢٧٨	١١٦٨	٣,٢	٣٦,٧	١٤,٢	٣٥,٩
جوفريت	٥٠	٢٥٠	١٠٤٦	٤,١	٣٠,٣	١٣,٣	٢٣,٤
قند السكر							
قند مغلى	٥٠	١٦٤	٦٩٩	صفر	٤٣,٧	صفر	٤٣,٥
صموغ الفاكهة	٣٠	٥٢	٢٢٠	٠,٣	١٣,٤	صفر	١٢,٨
عرق سوس (كل الإضافات)	٥٠	١٥٧	١٠١٦	٢,٠	٣٧,١	٢,٢	٣٣,٦
بستيلية	٣٠	٧٦	٣٢٤	١,٦	١٨,٦	صفر	١٨,٦
نعناع	٢٥	٩٨	٤١٧	٠,١	٢٥,٥	صفر	٢٥,٦
توفى مختلط	٥٠	٢١٥	٩٠٥	١,١	٣٥,٦	٨,٦	٣٥,٣

والسكروز هو المكون المفتاح فى القند وهو يختلط فى حلوى الشكولاتة لإنتاج شعور الفم والنكهة وهو ينتج الروقان فى القند المغلى والإبيضاض فى الفوندان. ولون ومذاق التوفى والفَدْج fudge تنتج بتفاعلات الكرملة بين السكروز وبروتينات اللبن وهو يعطى الثبات ويعمل كمادة حافظة.

وإستخدام محليات أخرى يعطى عمر رف أقل ومظهر أقل إشتهاءاً وإستخدام السكريات الكحولية بنسب عالية يعطى تأثيراً مسهلاً. وهو يعطى ١٦,٨ كيلو جول (٤ سعر) لكل جرام ويعمل على حفظ سكر الدم إذا لم يتناول مريض السكر الغذاء الكافى أو عمل كثيراً أو أخذ أكثر من الأنسولين.

تسوس الأسنان dental ceries

ينتج تسوس الأسنان من تخمر الكربوايدرات خاصة *Streptococcus mutans* والتى توجد فى اللويحة. والحمض الناتج يهاجم مينا الأسنان ويذيبها تدريجياً. والجدول (٣) يعطى بعض الأغذية المحتوية على كربوايدرات والتى يمكنها أن تخفض جيد اللويحة. وهناك بعض المواد التى تقلل من فعل التسوس فى بعض الأغذية مثل الكاكاو وبروتينات اللبن والحبوب.

جدول (٣): أقل جيد للويحة فى أسنان الإنسان بعد ٣٠ق من أكل بعض الأغذية.

الغذاء المختبر	أقل جيد متوسط±إنحراف معيارى [أ]
رقائق القمح	٣,٩٦ ± ٠,٠٩
بسكويت مالح	٤,٠٠ ± ٠,٠٥
بسكويت	٣,٨٧ ± ٠,١٠
كارامل	٤,٠٩ ± ٠,٠٦
شكولاتة	٣,٩٦ ± ٠,٠٦
مشروب فاكهة	٣,٨٩ ± ٠,١٢
لبن فرز	٥,٧٧ ± ٠,٣٩
سكروز	٣,٩٧ ± ٠,٠٦
شكولاتة اللبن	٤,٥٤ ± ٠,١١
فدْج مغطى بالشكولاتة	٤,٤٦ ± ٠,١١
شكولاتة مغطاة بالسكر	٤,٢١ ± ٠,١٣
فدْج السودانى بالشكولاتة	٤,٥٤ ± ٠,١٢
جوفريت كارامل الشكولاتة	٤,٤٧ ± ٠,١١
خبز أبيض	٤,٤٢ ± ٠,١١
جبن تشيدر ناضج	٦,٠٢ ± ٠,٩٠

أ: أقل قياس لرقم جيد بعد ٣٠ دقيقة من الأكل. جيد أقل من ٥,٧ تعنى أن هناك إحتمال فقد المعادن من الأسنان.

وبعض الأغذية مثل الكارامل والتى ينظر إليها على أنها تلتصق فإنها تخلص من الفم أسرع من أغذية غير متصلة الإلتصاق مثل الخبز والزبيب. وعموماً فإن التوازن مابين إزالة المعادن demineralization وإعادة المعدنة remineralization يثبت إذا كان التسوس سيتم أم لا. ويمكن تشجيع المعدنة بإستخدام معجون أسنان بالفلوريد مرتين يومياً وأكل ثلاث وجبات ومرتين أو ثلاث أكلات خفيفة.

الدور فى الغذاء

متوسط متطلبات الطاقة للأشخاص ٧-١٠ سنوات هو: ٨,٢٧ ميجاجول (١٩٧٠ سعراً) للذكور و ٧,٣١ ميجاجول (١٧٤٠ سعراً) للنساء فى اليوم وللأشخاص مابين ١٥ - ١٨ سنة ١١,٥٧ ميجاجول (٢٧٥٥ سعراً) للذكور و ٨,٨٦ ميجاجول (٢١١٠ سعراً) للنساء فى اليوم وللأشخاص من ١٩-٥٠ سنة ١٠,٧١ ميجاجول (٢٥٥٠ سعراً) للذكور و ٨,١٥ ميجاجول (١٩٤٠ سعراً) للنساء. وكثير من الناس يجدون أن من السهل وجالب للسرور أن يحصلوا على هذه الطاقة من عدد من الوجبات الصغيرة والأكلات الخفيفة. وأثناء الحصول على الطاقة فإن الدهون والكربوايدرات يتم أيضها هوائياً ولكن الكربوايدرات هى المصدر الوحيد للطاقة لاهوائياً. والأشخاص الذين زودوا غذاءهم بالعجائن الغذائية أو الشكولاتة إستطاعوا الجرى لمدة أطول بمقدار ٢٦٪ ، ٢٣٪ بالتتابع بينما غيرهم حين زادوا مأخوذ الطاقة من غذاء مختلط حسنوا جريهم بـ ٣٪ فقط. والطلبة الذين أخذوا شكولاتة

مقابل من أخذوا مشروباً لايحتوى على طاقة (دايت diet) أدوا أحسن فى المذاكرة والحساب وسرعة القراءة والإنتباه. كما يعطى القند كهدية أو مكافأة للأطفال كما هى هدية للكبار.

(Macrae)

والأسماء للفاكهة المقندة: بالفرنسية fruits glacé، وبالألمانية candis, fruits glacés، Früchte، وبالإيطالية frutto candito، وبالأسبانية fruito azucannadu.

(Stobart)

أقهى

coffee	قهوة/بن

أنظر: بن

قاس

sage	قويسة/ناعمة/مريمية

الإسم العلمى *Salvia officinalis* L.

الفصيلة/العائلة: الشفوية Labiatae/Lamiaceae

بعض أوصاف

هو دائم perennial قصير (حتى ٦٠ سم) عُشْب متفرع والأوراق بسيطة مستطيلة رمحية حوالى ٨,٥ × ٢,٥ سم متجعدة مستطيلة وهى ضيقة قرب القاعدة زغبية بيضاء ومن أسفل وخضراء رمادية إلى فضية من أعلا. والأزهار بنفسجية زرقاء أو وردية أو بيضاء وهى مرتبة مكوكية أبطية.

والقويسة النامية فى دالماتشيا Dalmatia غرب يوغوسلافيا تعطى زيتاً أحسن وعبيراً مميزاً أكثر وجودته تحدد أساساً بإحتوائه على ثوجيل كيتون thujyl ketone (α، β-تيجون α- and β-thujone) وكلما زادت نسبة الثيجونات كلما دل ذلك على جودة أحسن.

ومن الأصناف الأخرى *S. fruticosa* Miller / syn. *S. triloba* L. ويعرف بإسم القويسة اليونانية وكذلك *S. lavandulifolia* Vahl ويعرف بالقويسة الأسبانية وهما يحتويان على مستويات أقل من الثيجونات ولكن مستويات أعلا من ١، ٨ سينيول والكافور عن القويسة الدالماتشية.

(Macrae)

والأوراق الجافة ذات عبير عالٍ وتستخدم فى تنكيه الصلصات ولحم الخنزير واللحوم الأخرى وحشو الدواجن واللحوم المفرومة والسمك المخبوز والشوربة والسجق والأغذية المعلبة. ويمكن أن

يحل محل الأوراق الزيوت الطيارة من القويسة وكذلك فى منتجات التجميل. كذلك صنف (قويسة كلارى) .Salvia sclarea L (clary sage) له زيت يحتوى مستوى عالٍ من اللينانول linalool و/أو خلات ليناليل linalyl (حتى ٨٠٪) ويستخدم فى منتجات التجميل وكذلك فى تنكيه النبيذ والمشروبات الكحولية الأخرى.

وعموماً فأوراق القويسة تعطى فى آخر الصيف مايكاد يكون ضعف الكمية من الزيوت الطيارة فى الربيع بينما أعلا محتوى ثيجون يمكن الحصول عليه فى نهاية الخريف وتبلغ نسبة الزيت ٠,٥-٢,٥٪ والزيت به ٨ ، ١ سينيول cineole 1,8 وكافور camphor. وتجمع الأوراق أثناء إزهار النبات وتجفف فى الظل أو فى الداخل بالهواء الدائر.

والأسماء: بالفرنسية sauge ، وبالألمانية Salkei ، وبالإيطالية salvia ، وبالأسبانية salvia.

(Stobart)

قوط

قوطة/طماطم — tomatoes

أنظر: طماطم

قوقل

قاقلة/هال/حبهان/حب الهال — cardamom

أنظر: حب الهال

قاوون — cantaloupe

أنظر: قثاء

قام

القوام — texture

عامل جودة a quality factor

القوام هو خاصية حسية للأغذية والتى مع المظهر والعبير والمذاق الأساسى لها تأثير جوهرى على تقبل الأغذية بواسطة المستهلك. وكل من هذه الخواص يتكون من عدد من السمات المميزة notes والقوام يقع مابين المذاق والعبير فى هذا المجال وعدة من السمات المميزة للقوام يمكن تحديدها فى الأغذية.

والإحساس بالقوام يحدث مباشرة خلال الحواس اللمسية touch/tactile والحركية /kinaesthetic movement ويحدث بصورة غير مباشرة خلال إحساسات الرؤية والسمع. وبعكس اللون والنكهة فلايوجد مستقبلات حسية متخصصة للقوام. والقوام له أيضاً نواحٍ متصلة بغياب العيوب وبإرضاء وسرور الأكل. وألقوام خاصية هامة لكل الأغذية وأهمها فى الأغذية رقيقة bland النكهة أو لها خواص القصافة crispness أو الإنسحاق بجلبه crunchiness.

والقوام يمكن تعريفه بأنه "هذه المجموعة من الخواص الفيزيقية والتى تنتج من العناصر التركيبية للغذاء وتحس أساسياً بشعور اللمس ولها علاقة بالتغير فى الشكل والتحطم disintegration وإنسياب الغذاء تحت قوة وتقاس بطريقة موضوعية بدلالات الكتلة والزمن والطول". وهذا التعريف يبين أن القوام له جذوره فى التركيب (جزيئياً ومجهرياً وعيانياً macroscopic) وكذا الطريقة التى يتفاعل بها هذا التركيب مع القوى

المستخدمة كما أنه يؤكد أن القوام هو خاصية متعددة الأبعاد تشتمل على عدد من الخواص الحسية.

ويستخدم عدد كبير من المصطلحات في وصف الإحساسات القوامية. والجدول (١) يرتب هذه الإحساسات في نظام طَبِعْ يسهل تفهم علاقاتهـا.

الجدول (١): تقسيم الخواص القوامية وعلاقتها بالتسمية العامة.

الخواص	المَعَالِم الأولى	المَعَالِم الثانوية	المصطلحات العامة
ميكانيكية	الصلابة	–	طرى – متماسك – صلب
	قوة التماسك	التقصفية	ينكسر – يتهدم بجلبة – قَصِفْ
		المضغية	طرى – مضغى – جَشِبْ
		الصمغية	قصير – جريشى – عجينى – صمغى
	اللزوجة	–	رفيع – سميك
	الزنبركية	–	لدن – مطاط
	الإلتصاقية	–	لصق – لصوق gooey
هندسية	قسم	–	أمثلة
	حجم الجسيم وشكله	–	رملى – حبيبى – خشن – ... ألخ
	شكل الجسيم وتهيئته		ليفى – خلوى – متبلر – ... ألخ
غير ذلك	محتوى الرطوبة	–	جاف – خَضِل – مبتل – عصيرى
	محتوى الدهن	الزيتية	زيتى
		الشحمية	شحمى

فهى تقسم الخواص القوامية إلى خواص ميكانيكية mechanical characteristics (تفاعل الغذاء تحت الضغط stress) وخواص هندسية geometrical (الإحساس بالحجم والشكل وترتيب الجسيمات في الغذاء أحياناً مايسمى الخواص الجسيمية particulate) وخواص أخرى (تتصل بالإحساس بالرطوبة والدهن والزيت في الفم). والجدول (٢) يعطى تعاريف فيزيقية وحسية للخواص الميكانيكية.

التقييم الحسى sensory evaluation

حيث أنه بالتعريف القوام خاصية حسية فإن الطريق المعقول لوصفه وتحديد كمياته هو التقييم الحسى. وفى الأيام الأولى فإن هيئات الحكم/التذوق والتى أتخذت تمريناً له درجات مختلفة كانت تقيس الخواص القوامية المتخصصة أو "القوام" عامة. وطريقة التقدير المستخدمة كانت إما بقياس عددى (كثيراً ماكان صفر –٧ ، وصفر يعنى غياب ، ٧ تعنى الشدة جداً فى خاصية خاصة) أو مقاييس متعة

hedonic (تتراوح من :يكره كثيراً إلى يحب كثيراً) والأخير يجب ألا يستخدم عندما يكون الغرض هو تقدير شدة الخاصية الموجودة.

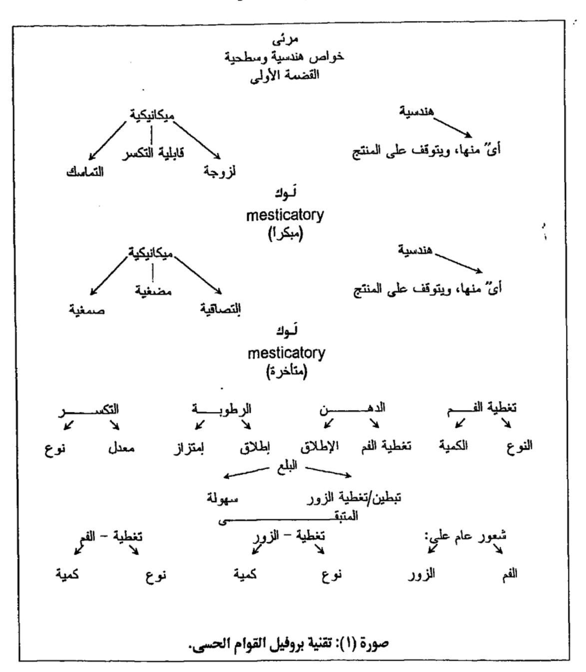
والإحساس بالقوام عملية ديناميكية تشتمل على معدل وكمية القوى المستخدمة وأيضاً على درجة الحرارة واللعاب والزمن. وعنصر الزمن يشتمل على الإستخدام المتكرر للقوى الهادمة فى عملية المضغ وزمن إتصال الغذاء باللعاب ودرجة حرارة الفم.

جدول (٢): تعريف المَعَالِم الميكانيكية للقوام.

	فيزيقياً	حسياً
الصلابة	القدرة اللازمة للحصول على تغير معين فى الشكل.	القوة اللازمة لضغط مادة بين الضروس الطاحنة (مواد صلبة) أو اللسان والحنك (شبه صلبة).
قوة التماسك	قوة الروابط الداخلية.	كمية تغير شكل العينة قبل تمزقها عند العض عليها بالضروس الطاحنة.
قابلية التكسر	القوة اللازمة لتكسير المادة.	القوة التى بها المادة تتفتت أو تتشقق أو تتبعثر.
المضغية	الطاقة المطلوبة لتحطيم غذاء صلب إلى حالة معدة للبلع.	عدد المضغات اللازمة لمضغ عينة بمضغة/ثانية ومعدل قوة ثابتة لإنتقالها إلى تلازج مناسب للبلع.
الصمغية	الطاقة اللازمة لتحطيم غذاء شبه صلب إلى حالة معدة للبلع.	الكثافة denseness التى تستمر خلال مضغ غذاء شبه صلب.
اللزوجة	معدل الإنسياب لكل وحدة قوة.	القوة اللازمة لسحب سائل من ملعقة على اللسان.
الزنبركية	المعدل الذى تعود به المادة المتغيرة الشكل إلى حالتها غير متغيرة الشكل بعد إزالة قوى تغير الشكل.	الدرجة والسرعة التى تعود بها المادة إلى إرتفاعها الأصلى بعد الضغط الجزئى بواسطة الضروس الطاحنة.
الإلتصاقية	الشغل اللازم للتغلب على قوى الجذب بين سطح الغذاء والسطوح الأخرى التى يتصل الغذاء بها.	قوة اللسان المطلوبة لإزالة المادة التى تلتصق بالفم (عموماً الحنك ولكن أيضاً الشفتين والأسنان ... الخ) أثناء عملية الأكل العادية.

وطبيعة القوام متعددة المعالم والعملية الديناميكية لإدراكه الحسى أثناء المضغ تكون الأساس فى بروفيل القوام الحسى والذى يظهر فى الصورة (١). والطريقة مستخدمة لتعريف الخواص القوامية الموجودة وشدة كل منها والترتيب الذى تظهر فيه والتغيرات التى تحدث من أول قضمة وخلال إتمام المضغ. وتحليل بروفيل القوام هى حالياً الطريقة الحسية المفضلة لتحديد القوام لأنها الطريقة الوحيدة التى تعطى تحليلاً كاملاً لكل الخواص القوامية للغذاء. وبإستخدام عينات مرجع ومقاييس معايرة للمَعَالِم المتخصصة فإن هيئات (التذوق) المتمرنة جيداً تعطى "بصمات أصابع" وصفية وكمية لقوام المنتج. والتمرين والمحافظة على هيئات (التذوق) قد يكون متعباً ومكلفاً ولكن جودة

البيانات المُجَمّعَة تعوض عن ذلك. والأسس الأساسية يمكن أن تكيف لمنتجات مختلفة في مواقع مختلفة بما فيها هيئات المستهلك غير المتمرنة.



صورة (١): تقنية بروفيل القوام الحسى.

ويعطى الجدول (٣) مثالين لبروفيل القوام الحسى. ومعظم الطرق الحسية الأخرى يمكن إعتبارها كبروفيل قوام جزئى أو تحويرات على الطريقة الأساسية.

التقييم بالآلات instrumental evaluation

بالرغم من أن الطرق الحسية هى المحك الأخير فى جودة القوام فإن طرق الآلات هى الأكثر إستخداماً لتقدير القوام لأنها أرخص وأقل إستهلاكاً

للزمن. ولكى ينجح أى قياس بالآلات فإنه يحب أن يرتبط جداً مع التقدير الحسي لجودة القوام، ويجب الإعتراف بأن طرق الآلات تقيس واحد أو أكثر من الخواص القوامية للغذاء قبل أن يوضع فى الفم ولكنها لاتَتَبع التغيرات التى تحدث أثناء المضغ. ومعظم طرق الآلات هى قياسات "النقطة واحدة one point" أى أنها تقيس فقط بعداً واحداً من القوام وإن كانت خاصية قوامية سائدة.

الجدول (٣): بروفيل القوام الحسي للكفتة (كريات اللحم) وبسكويت مالح الصودا.

سمات مميزة	الكفتة	بسكويت الصودا المالح
الأصــــل		
ميكانيكية		
الصلابة (مقياس من ٩ نقاط)	٣,٤	٤,٠
قابلية الكسر (مقياس من ٧ نقاط)	٠,٧	٢,٥
لزوجة (مقياس من ٨ نقاط)	لاينطبق	لاينطبق
هندسية	كتل مع سطح حبيبى	رقائقى أو منفوخ
غيرها	خَضِل، السطح غيرالمقطوع زَلِق والسطح المقطوع غير زلق.	جاف
اللّوك masticatory		
ميكانيكية		
صمغية (مقياس من ٦ نقاط)	١,٢	صفر
مضغية	١٧,٧ مضغة	١٦ مضغة
إلتصاقية (مقياس من ٥ نقاط)	١,٢	٠,٧
هندسية	خشن، حبيبى، يوجد جسيمات ليفية.	رقائقى
غيرها	خَضِل	جاف
المتبقـــــى		
معدل التكسر	كتل كبيرة تتكسر بسرعة، والحبيبات تتكسر بمعدل متوسط.	مرتفعة
نوع التكسر	الكتل تتحول إلى عجينة حبيبية غير متجانسة وينقص حجم الحبيبة. ويوجد حبيبات ليفية خيطية وتصبح ملحوظة أكثر نحو النهاية وتتطلب مجهوداً أكبر للمضغ.	تتكسر إلى صفائح خشنة صغيرة ثم تتغير إلى عجينة ناعمة.
إمتصاص الرطوبة	أساساً خَضِل. يختلط اللعاب بسهولة مع التقن slurry والبلعة تصبح خَضِلَة تدريجياً. وبقية الحبيبات يشعر بها جافة.	تمتص كثيراً من اللعاب ببطء وتتغير إلى عجين خَضِل.
تغطية/تبطين الفم	بقايا زيتية خفيفة وتلتصق بعض الجسيمات بين الأسنان وحول الفم.	قطع صغيرة تلتصق بالفم واللثتين.

ولأن هناك مدى متسع جداً من أنواع الأغذية والقوام فقد إستخدمت طرق كثيرة لمعالجة manipulate الأغذية أثناء المضغ. وعدد كبير من أجهزة إختبار القوام قد تم وصفه وموجود منها حوالى ١٠٠ متاحة تجارياً. والجدول (٤) يقسم الطرق الموضوعية لقياس قوام الأغذية على أساس المتغيرات المقاسة وأساس الإختبار. والأجهزة التى تقيس القوة هى الأكثر شيوعاً ولكن الأسس مثل المسافة والزمن والطاقة أيضاً مستخدمة.

جدول (٤): الطرق الموضوعية لقياس قوام الأغذية.

الأساس	المتغير المقاس	وحدات الأبعاد	أمثلـــــــة
القوة	القوة (ق)	مل ز$^{-٢}$ $ml\,t^{-2}$	
الثقب	ق	مل ز$^{-٢}$ $ml\,t^{-2}$	إختبارات ضغط الفاكهة.
البثق	ق	مل ز$^{-٢}$ $ml\,t^{-2}$	ضغط القص، مقياس الطراوة.
القص	ق	مل ز$^{-٢}$ $ml\,t^{-2}$	قص وارنر-براتزلر Warner-Bratzler.
السحق	ق	مل ز$^{-٢}$ $ml\,t^{-2}$	-
الشد	ق	مل ز$^{-٢}$ $ml\,t^{-2}$	مقياس الإمتدادية.
عزم اللّى	ق	مل ز$^{-٢}$ $ml\,t^{-2}$	مقاييس اللزوجة الدائرة، مقياس تكون وثبات تلازج العجين Struct-o- Graph.
الطقطقة snapping	ق	مل ز$^{-٢}$ $ml\,t^{-2}$	
تغير الشكل	ق	مل ز$^{-٢}$ $ml\,t^{-2}$	
المسافة			
	الطول	ط ℓ	المخـراق/مقيـاس الإخـتراق، تـلازج بوزتويـك Bostwick.
	المساحة	ط^{٢} ℓ^{2}	متلازج هيئة الأغذية والزراعة الأمريكية.
	الحجم	ط^{٣} ℓ^{3}	حجم الخبز ومقياس الغضاضة.
الزمن	الزمن (ز)	ز t	مقياس لزوجة أوزوالد ومقياس قوام البسكويت.
الطاقة	الشغل (ق×م)^{مسافة}	مل^{٢} ز$^{-٢}$ $ml^{2}\,t^{-2}$	المساحة تحت منحنيات القوة-المسافة.
النسبة	ق أو م أو ز مقاسة مرتين	غير ذات أبعاد	كثافة نسبية.
متعدد	ق، م، ز	$ml\,t^{-2}$, ℓ , t مل ز$^{-٢}$، ط ، ز	أنسترون، لويد، تزفيك Instron, Lloyd, Zwick.
التحليل الكيماوى	تركيز	غير ذات أبعاد (٪)	مواد صلبة غير ذائبة فى الكحول.
مختلف	أى شيىء	أى شيىء	الكثافة الضوئية، أصوات السحق.

وهناك أمثلة قليلة يرتبط فيها التحليل الكيماوى يرتبط جيداً مع الخواص القوامية. وأخيراً فإن الأصوات التى تتولد هى أبعاد هامة فى خاصية القوام للأغذية القصفة crisp والتى تتكسر بجلبة crunchy.

والعنصر المتاح الذى يفاضل بين أجهزة قياس القوة هو هندسة خلية الإختبار التى تحتفظ بالعينة وتطبق القوة عليها (قطع، ثقب، ضغط، بشق...الخ) ومعرفة الحقيقة السابقة قد أدى إلى إستخدام متسع لمكن إختبار قوة المواد التى تعطى آلية متطورة وإحساس القوة وتسجيل للعلاقة قوة-زمن. وهى أكثر تكلفة عن الأجهزة البسيطة ولكن مستخدمة كثيراً فى أعمال البحث. والقرائن الآلية تستخدم فى إنتقاء جهاز إختبار للقوام:

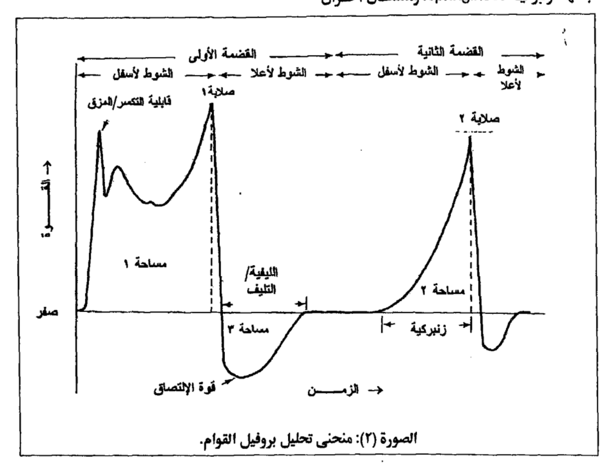
١- الغرض: البحث أو ضمان الجودة.
٢- طبيعة المنتج: نوع إنسيابى، تغاير heterogeneity.
٣- الدقة المطلوبة: الإختلاف الكبير الموجود فى الأغذية غير المعاملة يتطلب كثيراً من المكررات.
٤- التكلفة: بما فيها التشغيل والصيانة.
٥- الزمن: الإستخدام الروتينى يتطلب إختباراً سريعاً.
٦- المكان: المقدرة على تحمل ظروف بيئية معاكسة عندما يوضع فى محيط المصنع.
٧- طبيعة طريقة التقدير الحسية المستخدمة بواسطة الناس (العصر فى اليد، القطع بواسطة القاطعات، السحق بين الضروس الساحقة، اللف باللسان ضد الحنك الصلب ...الخ).

وهذا ينقص الإختبارات إلى ٢ أو ٣ أسس إختبار. والمختار يختبر على مدى متسع من القوام الذى يقابل مع الغذاء ويربط بالتقدير الحسى. وتحليل إحصائى للنتائج يجب أن يعرف أى الأسس والأجهزة أحسن لكل تطبيق معين. والخطوة الأخيرة هى تثبيت ظروف الإختبار التى تعطى أحسن فصل بين العينات المختلفة ثم يتم معايرتها standardize وهذا يشمل حجم العينة وأبعاد خلية الإختبار ومدى القوة وسرعة تحرك الأجزاء المتحركة وسرعة الخريطة ودرجة الحرارة وربما عوامل أخرى.

تحليل بروفيل القوام
texture profile analysis

طرق تحليل بروفيل القوام (ح.ب.ق TPA) يجعل تقييم القوام بالآلات خطوة أقرب للإختبارات الحسية. وهى تشمل إنضغاط قطعة فى حجم القضمة من الغذاء مرتين أو ثلاث فى حركة ترددية تشابه عمل الفك. وتحدد كمياً - من منحنى القوة-الزمن - يحدد معالم القوام التى ترتبط جيداً مع التقدير الحسى. والطريقة تم تطبيقها على مكن الإختبار العام. والصورة (٢) تظهر منحنىً عاماً لـ ح.ب.ق TPA قوة-زمن والصلابة hardness تعرف بأنها قمة القوة من حلقة الإنضغاط الأولى (القضمة الأولى) وقابلية التكسر/المزق fracturability (وأساساً سميت قصافة brittleness) تعرف بأنها التغير الجوهرى الأول فى المنحنى أثر القضمة الأولى والمساحات تحت المنحنى أثناء القضمة الأولى والقضمة الثانية هى مقياس للشغل الذى أجرى فى الإنضغاط. ونسبة

المساحتين ($م_2/م_1$) تعرف بأنها قوة التماسك cohesiveness. وقمة القوة السالبة في أول فك للإنضغاط decompression تعرف بقوة الإلتصاق adhesive force والمساحات السالبة تعرف بشغل الإلتصاق adhesive work والمسافة التي يمدها المنتج في ذلك الإنضغاط تعرف بأنها الليفية/التليف stringiness والمسافة التي يستعيد فيها المنتج علوه بين الإنضغاط الأول والثاني تعرف بأنها الزنبركية springiness. ومعلمان آخران يوصل إليهما بالحساب: الصمغية gumminess تعرف بأنها حاصل ضرب الصلابة × قوة التماسك hardness x cohesiveness. والمضغية chewiness تعرف بأنها حاصل ضرب الصمغية gumminess والزنبركية springiness (والتي تساوي الصلابة مضروبة في قوة التماسك مضروبة في الزنبركية). وبإستخدام الحاسوب أمكن عمل هذه التحاليل في وقت قصير.



الصورة (٢): منحنى تحليل بروفيل القوام.

القياسات الإنسيابية
rheological measurements

عرفت الإنسيابية بأنها دراسة تغير شكل وإنسياب المادة أو إستجابة المادة الضغط. وعلم الإنسيابية وجد أنه مفيد في حقل البوليمرات العالية وله تطبيقات كثيرة في الأغذية بما فيها المواد الخام (مثل الحبوب واللحوم والفواكه) والمركبات المتوسطة في عمليات التصنيع (مثل عجين الخبز وخثرة الجبن ومستحلبات السجق) وفي المنتجات

النهائية (كل الأغذية) ولكن الإنسيابية لاتغطى كل نواحى القوام وإنقاص الحجم الذى يحدث أثناء اللّوك mastication ليس إنسيابية ولا الإحساس بالزيتية أو الخضالة moistness ولا حجم وشكل الجسيم.

ويعتقد كثير من الناس أن هناك تمييزاً كبيراً من المواد الصلبة (والتى لاتنساب) والسوائل (والتى تنساب). وفى الواقع فإن التمييز مابين المواد الصلبة والسوائل أبعد عن أن يكون واضحاً لأن كثيراً من السوائل تمتلك بعض خواص المواد الصلبة وكثير من المواد الصلبة تمتلك بعض خواص السوائل. وعلم الإنسيابية يتخصص فى دراسة هذه المواد المعقدة (والتى يوجد منها أمثلة كثيرة فى الأغذية) والتى هى جزئياً مواد صلبة وجزئياً سوائل.

وإنسياب السوائل يمكن أن يقسم إلى عدة أقسام عريضة:

١- الإنسياب النيوتونى Neutonian flow : حيث معدل القص shear يتناسب مباشرة مع ضغط القص وأمثلة على ذلك الزيوت المأكلة وشراب السكر والعسل واللبن. وقياس خواص هذه الأغذية مسألة مباشرة حيث اللزوجة لاتتوقف على معدل القص.

ومعدل القص (ويرمز له بالرمز $\dot{\gamma}$ ويعبر عنه ب ثانية$^{-1}$) هو التدرج فى السرعة التى توجد فى السوائل كنتيجة لتطبيق ضغط القص.

ضغط القص (ويرمز له بالرمز σ ويعبر عنه بباسكال Pa) هو القوة/وحدة المساحة منطبقة بمماس على السطح الذى تعمل عليه القوة.

اللزوجة (ويرمز لها بالرمز η ويعبر عنها بباسكال ثانية) هى الإحتكاك الداخلى لسائل أو ميله لمقاومة الإنسياب $\eta = \frac{\sigma}{\dot{\gamma}}$ ويجب إستخدامها فقط مع السوائل النيوتونية Neutonian.

واللزوجة الظاهرية apparent viscosity (ويرمز لها بالرمز η_a η_a) هى لزوجة سائل غير نيوتونى معبراً عنها كلزوجة سائل نيوتونى عند معدل قص معين (مثلاً $\eta_a = \frac{\sigma}{\dot{\gamma}_{50}}$ هى اللزوجة الظاهرية لسائل غير نيوتونى عند معدل قص ٥٠ ث$^{-1}$).

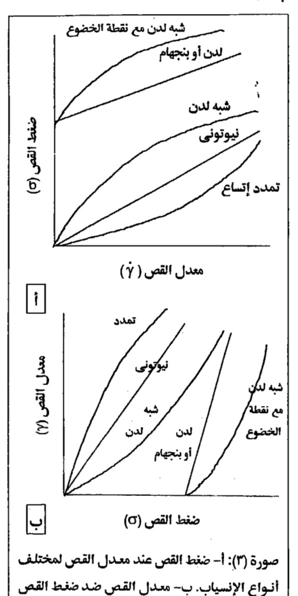
٢- إنسياب لدنى أو بنجهام plastic or Bingham flow : وفيه أقل مايمكن من ضغط القص ويعرف بإسم "ضغط الخضوع yield stress" يجب أن يُتَجَاوَز قبل أن يبتدىء الإنسياب ومن أمثلته كتشب الطماطم وبياض البيض المخفوق والمايونيز والمرجرين والزبد.

٣- إنسياب شبه لدن pseudoplastic flow : وفيه قوة قص متزايدة تعطى أكثر من زيادة متناسبة فى معدل القص أى اللزوجة الظاهرية تنقص مع زيادة معدل القص. وصلصة السلطة تمثل هذا النوع من الإنسياب.

٤- إنسياب تمددى dilutant flow : وفيه زيادات متساوية فى ضغط القص تعطى أقل من زيادات متساوية فى معدل القص أى أن اللزوجة الظاهرية تزيد بزيادة معدل القص وهذا النوع من الإنسياب نادر فى الأغذية ولكنه يوجد فى معلقات

عالية المواد الصلبة للنشا الخام وبعض أشربة الشيكولاتة.

والفرق بين هذه الأنواع من الإنسياب يظهر في الصورة (٣). فالتوقيع ضغط القص ضد معدل القص (الصورة ٣ أ) هو الطريقة الأعم في العرض والأخرى تستخدم أحياناً وترى في ٣ ب حيث المحاور قد بدلت.



صورة (٣): أ- ضغط القص عند معدل القص لمختلف أنواع الإنسياب. ب- معدل القص ضد ضغط القص لنفس أنواع الإنسياب.

التوقف على الزمن time dependency

لبعض السوائل فإن ضغط القص هو دالة لكل من معدل القص والزمن المعرض لزمن القص. وللمواد التي يسيل فيها القوام عكسياً بالرج thixotropic فإن اللزوجة الظاهرية تنقص مع زمن القص. وهذه الحالة كثيراً ماتوجد في أنظمة الأغذية مثل محاليل الصموغ وعجائن النشادر والمنتجات الريوبكتيكية rheopectic أي تزيد في اللزوجة الظاهرية مع زمن القص. وهذا السلوك نادر في الأغذية.

اللزوجة المرنة viscoelasticity

كما هو موضح أعلاه معظم الأغذية تجمع بعض خواص السوائل المثالية والتي تظهر نقط لزوجة (إنسياب flow) ومواد صلبة مثالية والتي تظهر مطاطية elasticity (تغير الشكل deformation) وهذه تسمى أغذية لزجة لدنة viscoelastic foods وفي معرفة هذه الأنظمة إنسيابياً rheologically من الضروري قياس كلا المكون اللزج (معامل الفقد ز″ G″ loss modulus) والمكون المطاطي elastic (معامل التخزين ز′ storage modulus G′) فغذاء ذو ز′ G′ عالٍ و ز″ G″ منخفض يسلك أكثر كمادة صلبة عنه كسائل بينما غذاء ذو ز″ G″ عالٍ و ز′ G′ منخفض يسلك كسائل أكثر منه كمادة صلبة. ومادة صلبة مطاطية مثل القند الصخري rock candy يكون لها ز″ G″ صفر بينما سائل نيوتوني مثل شراب السكروز يكون له ز′ G′ صفر.

وقد قيست اللزوجة المرنة/المطاطة بعمل إختبارات زحف creep tests حيث الثقل وضع على مادة الإختبار وتغير إرتفاع العينة لوحظ على إمتداد فترة من الزمن. وحالياً تقاس اللزوجة المرنة/المطاطة عادة بواسطة إختبار التذبذب oscillation test حيث ذات الأبعاد المعروفة (إذا كانت مادة صلبة) أو مملوءة في كأس ذى أبعاد قياسية (إذا كانت سائلة) تُعَرَض لتغيرات في الشكل جيبية sinusoidal صغيرة والتي لاتكسر العينة. وتحليل منحنيات ضغط القص ضد الزمن الناتجة يعطي قيم رقمية لـ ز′ G′ و ز″ G″. والأجهزة الحديثة تعطى أنظمة حاسوبية لتقدير كمية هذه المعَاملات moduli. ومعدل ودرجة تغير الشكل يمكن أن تُغَيّر لإعطاء معلومات عن التركيب الداخلي والسلوك الميكانيكي للمادة.

(Macrae)

قاقت

قيقب سكرى sugar maple

الإسم العلمي

Acer saccharum , Acer nigrum

الفصيلة/العائلة: قيقبية Aceracea

بعض أوصاف

قيقب السكر *A. saccharum* والقيقب الأسود *A. nigrum* هما الوحيدان المستخدمان في الحصول على شراب القيقب الذى هو مركز نسغ القيقب السكرى وهما أعلى في السكروز عن غيرهما. والقيقب له أزهار خضراء مصفرة وهو في عناقيد أفقية والثمار غضة والأوراق لها خمسة فصوص مسننة بخشونة وهي خضراء من أعلا ومن أسفل بيضاء فضية. وفي الخريف تصل إلى ١٢٠ قدماً.

وتوضع جرادل لجمع النسغ وقد تستخدم أنابيب لجمع النسغ الذى ينقل إلى منزل السكر ودرجة الحرارة التي تتراوح مابين ٢٨ – ٤٠°ف (-٢ – ٥°م) حرجة بالنسبة لإنسياب النسغ فيقوم المزارع بحفر ١سم إلى ٥ سم في القشر ثم يضع spiles يعلق منها جرادل. والشجر يجب أن يكون على الأقل ٢٥سم في القطر وكل يعطى ١٢ جالون في كل جردل وعندما تغلى تصل إلى ١,٢٥ كوارت قيقب السكر أو ٣ رطل سكر. وتوضع قريصة (عادة) مضادة للكائنات الدقيقة في كل قطع.

وتصب الجرادل في وعاء مسطح وتوضع على النار ويوجه العصير إلى مقدم المبخر وعندما يصل إلى درجة الحرارة والكثافة النوعية المناسبة تسحب وترشح وتسخن إلى ٨٠,٨°م وتصب في علب ثم تبخر بمقدار ٢٥٪ لإنتاج السكر.

والسكر درجة أ A لونه عنبرى وله نكهة القيقب والسكر درجة ب B غامق ونكهته قوية ويستخدم في الطبخ. ويوجد أيضاً زبدة القيقب وهي تشبه في تلازجها زبدة الفول السوداني. ويوجد خل القيقب وبيرة القيقب.

النسغ يحول إلى كارامل وهذا يصب على الثلج حيث يتجمد إلى شرائط مضغية لها نكهة التافي ولتصنيعها يسخن شراب القيقب حتى يصل إلى ١١٠°م للعقد ذى القوام الشمعي إلى

١١١ °م لقصف وشريطى taffy & crisp فتصب على ثلج.

ويستخدم مع البانكيك والوافل وفى الطبخ ولقشع الجذر ويمزج مع الخل والخردل ولتغطية الهام المخبوز ومع الكوسة ويمكن إستخدامها لتنكيه الجيلاتى والشيفون وفطيرة البيكان والبودنج وخبز الزنجبيل أو الموز المخبوز.

وعصير القيقب يحتوى على ٢٪ مواد صلبة منها ٩٧٪ سكروز والباقى مواد عضوية وأملاح غير عضوية (الجدول ١). وينتج السكر بالغلى المستمر حتى يصل مستوى السكروز إلى ٦٨٪ وتبريد هذا المخلوط ينتج عنه سرعة تبلر سكر القيقب الذى هو ذو نكهة غنية ويتكون من سكروز والمواد الأخرى الموجودة فى الشراب.

والأسماء لشراب القيقب: بالفرنسية sirop d'érable، وبالألمانية Ahornzucker، وبالإيطالية sciroppo d'acero، وبالأسبانية amilbas de acre.

(Stobart)

جدول (١): تكوين شراب القيقب.

المكون	الكمية (٪)
سكروز	٦٥ - ٦٦
ماء	٣٢ - ٣٣
هكسوزات	صفر - ٧,٩
حمض ماليك	٠,٠٩٣
حمض سيتريك	٠,٠١٠
حمض سكسينيك	٠,٠٠٨
حمض فيوماريك	٠,٠٠٤
رماد ذائب	٠,٣ - ٠,٨١
رماد غير ذائب	٠,٠٨ - ٠,٦٧
كالسيوم	٠,٠٧
سيليكا	٠,٠٢
منجنيز	٠,٠٠٥
صوديوم	٠,٠٠٣

(Macrae)





تليفون: ٤٨٦٢٠٠٤